

Lötrohrpraktikum

von

E. Haase



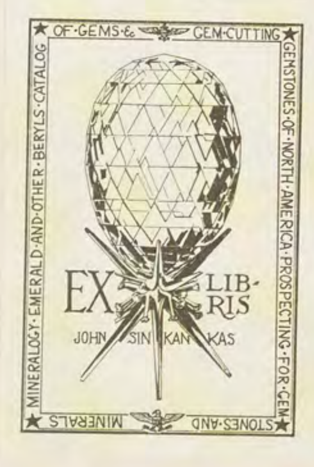
Verlag von Erwin Nägele in Leipzig

Lötrohrpraktikum.

Anleitung zur Untersuchung der Minerale mit dem Lötrohre

Von

E. Haase
in Halle a. S.





1908
Verlag von Erwin Nägele in Leipzig

Graphisches Institut Julius Klinkhardt, Leipzig.

Vorwort.

Das Büchlein ist für den Anfänger bestimmt, besonders für den, der sich durch Selbstunterricht in das Gebiet der Lötrohruntersuchungen einarbeiten will. Ihm will es den leitenden und beratenden Lehrer ersetzen.

Zu diesem Zwecke werden eine Anzahl von Untersuchungen ausführlich dargestellt, und es werden dabei alle wichtigen Lötrohrarbeiten eingehend erläutert.

Die andern Seiten der Mineraluntersuchung (Bestimmung der physikalischen Eigenschaften) darzustellen, lag nicht im Zwecke des Buches. Doch sind wenigstens Andeutungen aus diesen Gebieten, soweit sie erforderlich schienen, mit aufgenommen.

Die Untersuchungsgegenstände sind so ausgewählt, daß sie überall leicht beschafft werden können.

Bei den Untersuchungen ist auf möglichste Einfachheit der größte Wert gelegt worden. Auch die Tabellen am Schlusse des Buches sind ganz einfach gehalten. Auf die Anführung seltener vorkommender Elemente ist verzichtet worden, damit dem Anfänger nicht durch verwirrendes Vielerlei die Auffassung erschwert und die Freude verdorben werde.

Inhalt.

Erster Abschnitt.

Handhabung des Lötrohrs.

Die chemische Untersuchung der Mineralien erhält gegenüber anderen chemischen Untersuchungen ihr eigenartiges Gepräge durch die Anwendung des Lötrohrs. Die hohe Bedeutung dieses schlichten Instrumentes wird aus den nachfolgenden Kapiteln hervorgehen. Hier wollen wir zunächst nur seine Handhabung kennen lernen.

Das **Lötrohr** (Abb. 1) besteht meist aus einem konischen Messingrohre (*a*) und einem rechtwinklig dazu stehenden dünneren Ansatzrohre (*b*). Beide Stücke werden vereinigt durch einen zylindrischen Teil (*c*), der die Aufgabe hat, den Luftstrom aufzustauen und die darin enthaltene Speichelflüssigkeit absetzen zu lassen. Die Spitze des Ansatzrohres ist sehr fein gebohrt. An besseren Lötrohren besteht sie aus Platin. Für einfachere Untersuchungen kommt man indessen auch ohne Platinspitze aus. Das lange Rohr trägt am Ende ein Mundstück (*d*) aus Holz, Horn oder Elfenbein. Dieses kann verschiedene Formen haben (Olive, Trompetenmundstück).

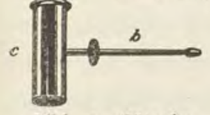


Abb. 1. Lötrohr.

Einfachere Lötrohre sind aus einem Stück gearbeitet und rechtwinklig gebogen, jedoch so, daß keine scharfe Ecke entsteht. Der zylindrische Teil ist hier vertreten durch eine kleine Hohlkugel, die an irgendeiner Stelle des Rohres angebracht ist.

Welche Form des Lötrohres man wählt, ist für unsere Zwecke gleichgültig. Nur benutze man kein Lötrohr ohne Mundstück, da das Ansetzen des scharfen Messingrandes an die Lippen bei längerer Arbeit unangenehm empfunden wird. Da das Mundstück nur in das weite Ende des Rohres eingesteckt zu werden braucht, so kann man es an jedem Lötrohre leicht noch nachträglich anbringen lassen. Welche Form des Mundstückes man wählt, ist ebenfalls ziemlich gleichgültig; jede hat ihre Vorzüge und ihre Nachteile. Hauptsache ist, daß man sich stets einer ganz bestimmten Form bedient. Durch ständige Gewöhnung der Lippenmuskeln an eine bestimmte Form des Mundstücks gleicht man deren etwaige Nachteile vollkommen aus. — Nur eines mag man immerhin beachten: Wer kurzsichtig ist, wähle ein kürzeres, wer weitsichtig ist, ein längeres Rohr.

Das Lötrohr soll dazu dienen, einen ununterbrochenen Luftstrom in eine Flamme einzuführen und dadurch deren Heizkraft so bedeutend zu erhöhen, daß sie chemische Prozesse anregen kann, die in der Wärme der gewöhnlichen Flamme sich nicht abspielen würden.

Wollte man den Luftstrom dadurch erzielen, daß man gewissermaßen durch das Rohr ausatmete, so würde er jedesmal beim Einatmen unterbrochen werden müssen, und das erhitzte Mineral würde sich unterdessen wieder

abkühlen. Er muß also auf andere Weise erzeugt werden.

Dazu zunächst eine kleine Vorübung: Man drückt den Zungenrücken und den weichen Gaumen fest aneinander, d. h. man verfährt so, als wenn man „k“ sprechen wollte, ohne aber die explosive Öffnung auszuführen, die die Aussprache des „k“ bedingt. Man ist dann natürlich nicht imstande, durch den Mund zu atmen. Nun atme man ruhig durch die Nase aus und ein, ohne den Gaumenverschluß zu öffnen. Diese Vorübung ist sehr wichtig.

Nun nimmt man das Lötrohr zur Hand! Man füllt zunächst seine Backen mit Luft. Dann setzt man das Mundstück des Lötrohres an die Lippen — das Lötrohr wird nur mit den Lippen gehalten! — und bläst aus vollen Backen hinein. Dabei darf der Gaumenverschluß nicht geöffnet werden. Den Druck erhält der Luftstrom lediglich von den Wangenmuskeln. Das Blasen selbst muß sehr ruhig und gleichmäßig geschehen. Da die Öffnung der Lötrohrspitze sehr fein ist und die Luft deshalb nur langsam ausströmt, so ist die Ruhe und Gleichmäßigkeit nach geringer Übung leicht zu erzielen. Der Anfänger bläst gewöhnlich viel zu heftig; daher macht er meist bei den ersten Untersuchungen die trübe Erfahrung, daß er das zu untersuchende Mineralpulver von seiner Unterlage (Holzkohle) herunterbläst. Man bemühe sich von Anfang an, diesen Fehler zu vermeiden.

Viel schwieriger ist übrigens die Kunst, neben dem Lötrohrblasen ruhig aus- und einzuatmen, ohne den Luftstrom zu unterbrechen. Hierauf muß von vornherein die



Abb. 2. Handhabung des Lötrohrs.



Abb. 3. Anderer Handgriff.

größte Aufmerksamkeit gerichtet werden. Man gewöhne sich von Anfang an daran, daß das Ein- und Ausatmen und das Lötrohrblasen zwei Vorgänge sind, die so gut wie nichts miteinander zu tun haben. — Ist der Luftvorrat in den Backen nahezu erschöpft, so läßt man beim Ausatmen unter kurzer Öffnung des Gaumenverschlusses wieder neue Luft eintreten. Das muß möglichst rasch und unmerklich geschehen, damit die Flamme nicht unterbrochen wird.

Sobald man über die Erzielung des Luftstromes im klaren ist, nimmt man die Einübung des Lötrohrblasens an der Flamme einer Spirituslampe vor. Der rechte Ellenbogen wird dabei fest auf den Tisch gestemmt, damit die rechte Hand, die das Rohr hält, möglichst unbeweglich in ihrer Lage verharrt. Wie das Lötrohr gehalten wird, ist aus den Abbildungen 2 und 3 ersichtlich. Die Spitze des Lötrohres wird ein wenig in die Flamme eingetaucht. Bläst man jetzt hinein, so tritt aus der Flamme eine lange dünne Zunge heraus; das ist die Stichflamme.

Die Übung an der Flamme ist deswegen sehr bedeutsam, weil man an der Stichflamme am besten kontrollieren kann, ob die Luft gleichmäßig und ohne Unterbrechung durch das Lötrohr strömt. Die Stichflamme muß in Richtung, Länge und Aussehen immer möglichst gleich bleiben, solange man bläst.

Und nun noch eins! Alle diese Übungen sind nötig; aber man verliere nicht zu lange Zeit damit, sondern gehe bald zu den eigentlichen Lötrohrarbeiten über. Denn eine sichere Beherrschung der Flamme eignet man sich doch nicht in kurzer Zeit an, sondern nur durch anhaltende, fortgesetzte Übung, und dazu bieten die Untersuchungen die beste Gelegenheit.

Zweiter Abschnitt.

Schmelzen. — Heparprobe. — Regulus und Beschlag. — Der nasse Weg.

Der erste Gegenstand unserer Untersuchungen soll der **Bleiglanz** sein. Zunächst wollen wir das Mineral äußerlich betrachten.

Der Bleiglanz sieht bleigrau aus. Auch hat er Metallglanz, d. h. jenen eigenartigen Glanz, den wir sonst nur bei Metallen wahrnehmen. Sowohl die Farbe als auch der Glanz sind also metallisch. Wenn das bei einem Mineral der Fall ist, so pflegt es stets noch eine dritte Eigenschaft aufzuweisen: es ist vollkommen undurchsichtig (opak). Um das festzustellen, brechen wir von einem Bleiglanzkristall mit einer Zange sehr dünne Splitter ab und halten sie gegen das Licht. Sie zeigen auch an den feinsten Kanten keine Spur von Lichtdurchlässigkeit. Der Bleiglanz ist also tatsächlich opak. Diese drei Eigenschaften: Metallfarbe, Metallglanz und vollkommene Undurchsichtigkeit (Opazität) machen zusammen den „metallischen Habitus" eines Minerals aus. Bleiglanz hat also metallischen Habitus.

Wichtig für die Bestimmung eines Minerals ist fernerhin die Feststellung der Härte. Diese Feststellung beruht darauf, daß ein Mineral mit einem härteren

geritzt werden kann und daß man ein weniger hartes mit ihm ritzen kann. Es ist durch Mohs eine Skala von 10 Mineralen aufgestellt worden, die die verschiedenen Härtegrade repräsentieren. Diese Minerale sind folgende: 1. Talk, 2. Steinsalz oder Gips, 3. Kalkspat, 4. Flußspat, 5. Apatit, 6. Orthoklas, 7. Quarz, 8. Topas, 9. Korund, 10. Diamant. Steht die Mohssche Härteskala zur Verfügung, so probiert man mit einem Bruchstücke des Bleiglanzes, welches Mineral von dem Bleiglanz noch geritzt wird und durch welches er selbst geritzt wird. Es zeigt sich dabei, daß er den Gips noch ritzt, von Kalkspat aber geritzt wird. Er ist also härter als das zweite, aber noch nicht so hart wie das dritte Glied der Skala; er hat mithin die Härte 2—3.

Wem die Mohssche Skala nicht zu Gebote steht, der nehme seine Zuflucht zu den Hilfsmitteln der alten Mineralogen: Fingernagel, Kupfermünze usw. Die Härtegrade ergeben sich aus folgender Übersicht:

Härte 2 = Fingernagel,
" 3 = Kupfermünze,
" 4½ = blankgescheuerter Kopf eines schmiedeeisernen Nagels,
" 5—5½ = Fensterglas,
" 6½ = Stahl (6 = ritzt Fensterglas, kann aber noch mit einem guten Taschenmesser geschabt oder mit einer Feile angefeilt werden),
" 7 = Feuerstein (funkt am Stahle, d. h. gibt mit dem Feuerstahle angeschlagen Funken).

Alle Minerale, die den Feuerstein ritzen, haben einen Härtegrad von mehr als 7.

Zeichnet sich diese Skala auch nicht durch besondere Genauigkeit aus, so ist sie doch für Bestimmungen, wie sie der Anfänger nötig hat, völlig hinreichend.

Der Bleiglanz ritzt den Fingernagel, aber nicht die Kupfermünze; die Härte 2—3 ist also auch nach dieser Skala erkannt.

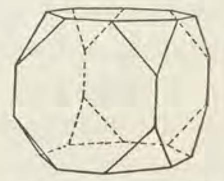


Abb. 4. Würfel und Oktaeder.

Der wichtigste Teil der äußeren Betrachtung des Bleiglanzes aber ist die Bestimmung seiner Kristallformen. Eine Einführung in das Verständnis derselben würde indessen über den Rahmen unsrer Untersuchungen hinausgehen. Dem Anfänger kann an dieser Stelle nur geraten werden, daß er sich, wenn ihm andere Anleitung fehlt, nach Modellen oder guten schematischen Abbildungen die wichtigsten Formen so sicher einprägt, daß er sie auch an unvollständigen und eingewachsenen Kristallen wiederzuerkennen vermag. Eine der häufigsten Kristallformen des Bleiganzes ist z. B. die Kombination von Würfel und Oktaeder, d. i. ein Würfel, dessen Ecken durch dreieckige Flächen abgestumpft sind. (Abb. 4.) Wer diese Form sicher aufgefaßt hat, der wird sie an dem

nur teilweise sichtbaren Kristall in dem Handstück Abb. 5 leicht wiedererkennen.

Mit der Kristallform steht in engstem Zusammenhange die Spaltbarkeit. Zerschlagen wir einen Bleiglanzkristall durch einen leichten Schlag mit dem Hammer, so sehen wir, daß die erhaltenen Bruchstücke nicht

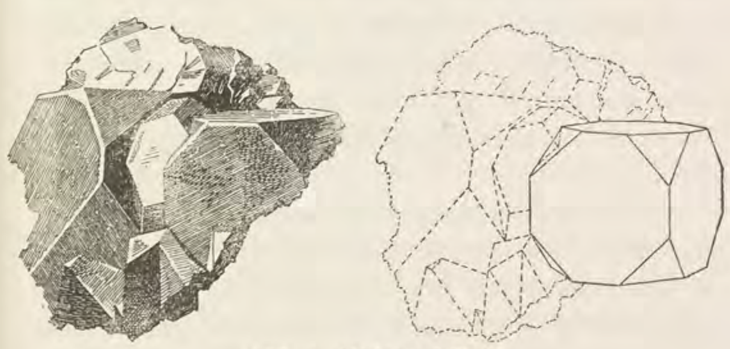


Abb. 5. Bleiglanzkristalle.

ganz unregelmäßig geformt, sondern teilweise von ebenen Flächen begrenzt sind. Man kann sich davon leicht überzeugen, daß diese Flächen drei verschiedene Richtungen haben und daß diese senkrecht aufeinander stehen. Könnten wir den Kristall wieder zusammensetzen, so würde sich zeigen, daß diese drei Spaltrichtungen den Flächenpaaren des Würfels parallel gehen. Man kann daher durch sorgfältig geführte Hammerschläge aus jedem Bleiglanzkristalle einen Würfel herausschlagen, niemals aber einen Würfel mit Oktaeder, auch wenn der zerschlagene Kristall diese Kombination zeigt. Der Bleiglanz ist also spaltbar nach der Würfelfläche. Und weil die Spal-

tung sehr leicht gelingt und die Spaltflächen sehr eben sind, so bezeichnet man ihn als vollkommen spaltbar nach der Würfelfläche.

Hat man keinen Kristall des Bleiglanzes, auch kein einheitliches Spaltungsstück, sondern ein Aggregat von Kristallkörnern, so ist es oft nicht leicht, die Spaltbarkeit nach der Würfelfläche zu erkennen. Dann suche man die Bruchfläche des Handstückes mit der Lupe ab nach Stellen, an denen zwei oder drei Spaltflächen zusammenstoßen, um feststellen zu können, daß sie senkrecht aufeinanderstehen. (Als Lupe genügt eine Einschlaglupe mit zwei Linsen.)

Nach der Betrachtung der äußeren Eigenschaften wenden wir uns der eigentlichen Untersuchung zu. Sie erstreckt sich auf die Feststellung der Schmelzbarkeit und die Bestimmung der chemischen Bestandteile. — Für beide Zwecke bedienen wir uns des Lötrohres!

Um die **Schmelzbarkeit** zu erproben, brechen wir mit der Zange einige möglichst dünne Splitter ab. Den dünnsten suchen wir aus und klemmen ihn in die Pinzette

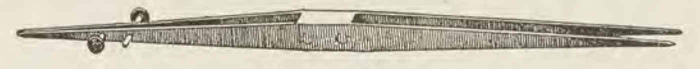


Abb. 6. Pinzette.

(Abb. 6) ein. Um auch die geringsten Spuren einer Schmelzung zu erkennen, ist es nötig, den Splitter zunächst ganz genau mit der Lupe zu betrachten und sich das Bild der scharfen, dünnen Kanten einzuprägen. Dann blasen wir mit dem Lötrohr in der früher angegebenen Weise (S. 3) in die Flamme und halten in die Stich-

flamme den Splitter und zwar so, daß seine Spitze unmittelbar vor der Spitze des inneren Teiles der Stichflamme bleibt. Es ist notwendig, daß man dabei die linke Hand, die die Pinzette hält, ganz fest auf den Tisch legt, um jede Bewegung zu verhindern. Desgleichen muß man den rechten Ellenbogen fest aufsetzen und die Hand ganz ruhig halten, um eine möglichst ruhige, gleichförmige Flamme zu erzielen. Der Splitter wird eine kurze Zeit der Wirkung der Flamme ausgesetzt. Dann betrachten wir ihn durch die Lupe: er zeigt stellenweise kugelige, verdickte Kanten; er ist also geschmolzen. — In den meisten Fällen wird es aber wohl kaum so leicht gehen. Der Bleiglanz hat nämlich die Eigenschaft, daß er beim Erhitzen mit knisterndem Geräusch in lauter kleine Bröckchen zerspringt. Wenn dies der Fall ist, oder auch wenn es nicht gelungen ist, brauchbare Splitter zu erhalten, ändern wir den Schmelzversuch in folgender Weise ab: Wir reiben die Splitter in einer Reibschale zu feinem Pulver. In unserem Falle genügt zur Not eine Porzellanreibschale. Für härtere Minerale ist aber eine Achatschale unentbehrlich. Als allgemeine Regel für das Pulverisieren eines Minerals gilt, daß man so lange reibt, bis kein Knirschen mehr vernehmbar ist. Das feine Pulver wird sodann auf Holzkohle gebracht. Diese wird folgendermaßen hergerichtet: Aus einem möglichst gleichmäßigen und nicht ästigen Stücke schneidet man mit der Säge Stücke von etwa 10 cm heraus. Auf einem solchen Stücke stellt man eine kleine, flache Vertiefung dadurch her, daß man einen Pfennig mit der Kante fest aufsetzt und ihn oder die Kohle bohrend hin und her

dreht. Besser noch gelingt es, wenn man die Ecke einer Hammerschneide statt des Pfennigs benutzt. (In gut ausgestatteten Laboratorien stehen für diesen Zweck besondere Kohlebohrer zur Verfügung.) In die Vertiefung bringt man mit der Messerspitze das feine Pulver des Minerals

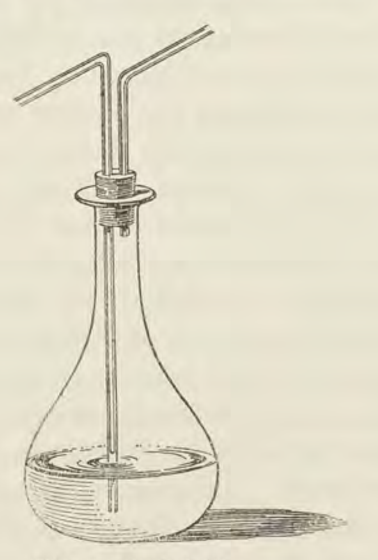


Abb. 7. Spritzflasche.

hinein und drückt es mit der Messerklinge fest. Sollte es nicht fest haften, so feuchtet man es an, indem man aus der Spritzflasche einen Tropfen Wasser darauf treten läßt. Beiläufig: Wenn hier von Wasser die Rede ist, so ist damit selbstverständlich stets destilliertes Wasser gemeint; man bewahrt dasselbe zweckmäßig in einer Spritzflasche (Abb. 7) auf.

Die Kohle wird in der linken Hand gehalten,

und diese Hand wird fest aufgestützt. Nun wird die Stichflamme auf das Pulver gerichtet. (Abb. 2.) Schon nach kurzer Einwirkung schmilzt es an und kann nun mit der Pinzette als Klümpchen herausgenommen werden. Wir wollen es indessen noch weiter erhitzen! Bald darauf ist das Pulver völlig zu einer glänzenden Metallkugel zusammengeschmolzen. Rund um die Vertiefung her aber ist die Kohle mit einem lebhaft gelbgefärbten Beschlage bedeckt. Zugleich macht sich ein deutlicher Schwefelgeruch bemerkbar. Wir wollen jedoch alledem zunächst noch keine Beachtung schenken. Galt es doch vorderhand nur, die Schmelzbarkeit festzustellen. Bleiglanz ist schmelzbar, und seine Schmelzung hat keine sehr lange Einwirkung der Stichflamme nötig gemacht; er ist also *leicht schmelzbar.*

Andere Minerale sind schwer schmelzbar, noch andere unschmelzbar. Um diese beiden Grade der Schmelzbarkeit kennen zu lernen, können wir noch je einen Splitter von Feldspat und Quarz in der beschriebenen Weise prüfen. (Vor und nach der Flammenwirkung mit der Lupe betrachten!) Der Feldspat zeigt nach langer Einwirkung gerundete Kanten ohne Kugelbildungen; er ist *schwer schmelzbar.* Der Quarz zeigt nach langer Einwirkung noch dieselbe Schärfe der Kanten wie vorher; er ist *unschmelzbar.* — Diese Einteilung in leicht schmelzbare, schwer schmelzbare und unschmelzbare Minerale mag uns genügen! Natürlich gibt es sehr viele Zwischenstufen zwischen den leichtest schmelzbaren und den unschmelzbaren.

Nun zum Bleiglanz zurück! Beim Prüfen seiner

Schmelzbarkeit hatten sich außer der geschmolzenen Kugel noch zwei wichtige Erscheinungen ergeben: der Schwefelgeruch und der gelbe Beschlag.

Der Schwefelgeruch oder richtiger der Geruch nach schwefliger Säure (SO_2) zeigt an, daß hier Schwefel verbrannt ist. Bleiglanz ist ja Schwefelblei. Die beiden Bestandteile, Schwefel und Blei, haben sich unter der Einwirkung der Hitze getrennt, und der Schwefel ist in der atmosphärischen Luft sogleich verbrannt (oxydiert), also in schweflige Säure verwandelt worden, deren Anwesenheit sich unsrer Nase bemerkbar macht. Hätten wir noch nicht gewußt, daß der Bleiglanz Schwefel enthält, so wüßten wir es nun; der Geruch hätte es uns verraten. Der Geruch nach schwefliger Säure ist also ein sicheres Kennzeichen dafür, daß in der untersuchten Substanz Schwefel enthalten ist.

Jedoch die Nase ist kein sehr zuverlässiges Sinnesorgan. Wir wollen daher versuchen, den Schwefelgehalt noch auf andere Weise zu ermitteln. Das geschieht durch die **Heparprobe.** Zu diesem Zwecke machen wir eine neue Vertiefung in die Kohle und bringen dahinein ein Gemisch von 1 Teil Bleiglanzpulver mit 3—5 Teilen Soda. Beide Stoffe sind vorher in einer Reibschale oder auf einem Blatte Papier gemischt worden. Das Gemisch wird vor dem Lötrohre erhitzt. Es ergeben sich wie vorher das glänzende Metallkorn und der gelbe Beschlag; beide aber bilden sich viel leichter als ohne Soda. Der Schwefelgeruch fehlt diesmal. Zugleich ist neben dem Korne eine geschmolzene Masse vorhanden, die während der Erhitzung teilweise in die Kohle eingedrungen ist, die, wie man sagt, die

Kohle infiltriert hat. Von dieser Masse oder von der infiltrierten Kohle nehmen wir mit dem Taschenmesser ein kleines Bröckchen ab und bringen es auf eine angefeuchtete Silbermünze. Die Münze wird vorher mit einem feuchten Tuche blank gerieben. Dann wird auf sie aus der Spritzflasche ein kleines Tröpfchen Wasser gebracht. In dieses überträgt man das abgenommene Bröckchen noch möglichst warm. Nach wenigen Sekunden entsteht auf der Münze ein brauner Fleck, der bald darauf schwarz wird und der sich nicht abreiben läßt, wenn wir die Münze abtrocknen. Es ist an dieser Stelle Schwefelsilber entstanden; das Bröckchen hatte also Schwefel enthalten. Es hat sich bei dem Verfahren folgender Vorgang abgespielt: In der Hitze der Lötrohrflamme verbindet sich unter Mitwirkung der Kohle der Schwefel des Bleiglanzes mit dem Natrium der Soda zu Schwefelnatrium. Diese Verbindung bezeichnet man auch als Schwefelleber (Hepar sulfuris). Das ist jene geschmolzene Masse neben dem Bleikorn. Das Schwefelnatrium ist eine leicht zersetzliche Verbindung und gibt daher den Schwefel leicht an das Silber der Münze ab. So bildet sich denn auf deren blanker Oberfläche eine dünne Schicht von braunschwarzem Schwefelsilber. — Um den Fleck von der Münze einigermaßen zu entfernen, reibt man ihn kräftig mit feuchtem Holzkohlenpulver.

Die Heparprobe ist nicht nur sehr charakteristisch, sondern auch sehr empfindlich; denn selbst die kleinsten Mengen von Schwefel lassen sich damit nachweisen.

Der Schwefelgehalt des Bleiglanzes ist

also nachgewiesen und zwar durch den Schwefelgeruch und durch die Heparprobe.

Der Bleigehalt gibt sich zu erkennen in dem Metallkorn und dem gelben Beschlage. Das Metallkorn oder der **Regulus** ist nämlich ein Bleikorn, und der gelbe **Beschlag** ist Bleioxyd. Bei der Trennung von Schwefel und Blei ist in der Hitze der Stichflamme ein Teil des Bleies verdampft worden. Genau wie der Schwefel hat es sich mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft verbunden und zwar zu Bleioxyd. Während aber die schweflige Säure als gasförmiger Körper in die Luft übergegangen ist, hat sich das Bleioxyd, da es ein fester Körper ist, auf der Kohle abgesetzt.

Es könnte nun jemand fragen: Ist der Regulus wirklich ein Bleikorn, und ist der gelbe Beschlag wirklich Bleioxyd? Um das zu entscheiden, müssen wir beide noch etwas näher betrachten. — Blei gehört zu den dehnbaren Metallen, also muß der Regulus dehnbar sein. Wir nehmen ihn aus der Kohle heraus und versetzen ihm einen Schlag mit dem Hammer: Er wird plattgedrückt. Also ist er dehnbar, denn wenn er spröd wäre, so wäre er zersprungen. Von dehnbaren Metallen kommen in Schwefelerzen vor: Kupfer, Silber, Blei und Zinn. Kupfer kann unser Korn der Farbe wegen nicht sein. Silber und Blei können auch an der Farbe unterschieden werden, da Silber mehr weiß, Blei mehr grau aussieht. Zu einer einfacheren Unterscheidung führt folgende Erwägung: Silber ist ein Edelmetall; es oxydiert also sehr schwer. Sein Oxyd sieht braun aus. Wäre das Korn ein Silberkorn, so müßte entweder ein brauner

oder gar kein Beschlag vorhanden sein. Zinn hat ein weißes Oxyd, das allerdings in der Hitze gelb erscheint. Solange der Beschlag noch heiß ist, wäre also eine Verwechslung möglich; nach der Abkühlung nicht mehr. Um indessen ganz sicher zu gehen, kann man noch folgenden Versuch machen: Man setzt den Beschlag der Flammenwirkung aus. Dabei verschwindet er an der betroffenen Stelle und erscheint in der Nähe wieder. Er läßt sich also vertreiben. Bleioxyd wird nämlich leicht zu Blei reduziert; dieses wird in der Hitze verdampft, oxydiert aber sogleich wieder und setzt sich daher von neuem auf der Kohle ab. (Einem sorgfältigen Beobachter wird dabei nicht entgehen, daß während dieses Prozesses die Spitze der Stichflamme eine tiefblaue Färbung annimmt.) Der Zinnbeschlag läßt sich nicht vertreiben.

Der Bleigehalt des Bleiglanzes ist also erwiesen durch den Bleiregulus und den gelben Beschlag, der vertrieben werden kann.

Unsre Untersuchung ist jetzt eigentlich zu Ende; denn die beiden Bestandteile des Bleiglanzes sind einwandfrei nachgewiesen. Um indessen ganz sicher zu gehen, wollen wir eine Kontrolluntersuchung vornehmen, und zwar eine Untersuchung **„auf nassem Wege"**.

Als Vorübung mag eine Untersuchung des Regulus dienen. Wir stellen zu diesem Zwecke aus Bleiglanz einen Regulus her. Dieser wird sodann in ein Probierglas getan und mit einigen Kubikzentimetern Salpetersäure übergossen. Das Probierglas wird mit

Hilfe des Halters (Abb. 8) über eine Spiritus- oder Gasflamme gehalten und erhitzt. Zuvor muß das Probierglas sorgfältig abgetrocknet werden, weil es sonst springt. Beim Erhitzen hält man das Glas unmittelbar in die Flamme, jedoch so, daß nur der gefüllte Teil von der Flamme umspielt wird; andernfalls erhitzt sich nämlich das leere Glas stärker und dehnt sich mehr aus, was zur Folge hat, daß das Glas leicht platzt. Die

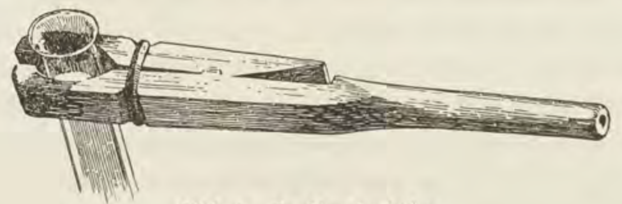


Abb. 8. Probierglashalter.

Ungleichmäßigkeiten in der Erwärmung verhütet man übrigens am besten dadurch, daß man das Glas in der Flamme hin und her bewegt. Nach kurzer Zeit kocht die Salpetersäure, und das Bleikorn löst sich darin auf. Man erhitzt nun weiter, bis die Flüssigkeit eingekocht ist. Dann läßt man das Glas etwas abkühlen und gießt Wasser hinein. Darin löst sich das salpetersaure Blei, das sich gebildet hatte, leicht auf; man kann auch nachhelfen, indem man das Glas wieder etwas anwärmt.

Die Lösung wird auf zwei Probiergläser verteilt. Zu dem einen Teile fügt man etwas Salzsäure. Es entsteht sogleich ein weißer Niederschlag von Chlorblei. Angenommen, wir wüßten aus der Lötrohruntersuchung

her noch nicht sicher, daß unser Metall Blei ist, so würden wir die folgende Erwägung anstellen. Nur drei Metalle geben mit Salzsäure weiße Niederschläge: Silber, Quecksilber und Blei. — Quecksilber kann in unserm Falle nicht vorliegen, weil dieses Metall kein festes Korn geben kann. Das gelöste Metall könnte also Silber oder Blei sein. Nun hat das Chlorsilber zwei Eigenschaften, an denen es leicht erkannt werden kann: es ist in Ammoniak löslich, und es wird am Lichte schwarz. Wir stellen unser Probierglas mit dem weißen Niederschlage an das Fenster: er bleibt weiß. Wir gießen Ammoniak darauf: er löst sich nicht. Er ist also nicht Chlorsilber, sondern Chlorblei.

In das zweite Probierglas gießen wir eine Lösung von Kaliumbichromat. Es entsteht ein gelber Niederschlag von Bleichromat. — Wäre das Korn ein Silberkorn gewesen, so hätte ein blutroter Niederschlag von Silberchromat entstehen müssen.

Die Untersuchung des Regulus „auf nassem Wege" hat also den unumstößlichen Beweis geliefert, daß er tatsächlich aus Blei besteht.

Nach der Untersuchung reinigen wir die Probiergläser mit der Probierglasbürste. Dann spülen wir sie zunächst mit gewöhnlichem Leitungswasser aus. Dann muß noch einmal sorgfältig mit destilliertem Wasser nachgespült werden.

Die Untersuchung des Regulus sollte lediglich als Vorübung dienen. Zur eigentlichen Untersuchung verwenden wir den Bleiglanz selbst. Eine Messerspitze voll von dem gepulverten Mineral wird mit Salpeter-

säure übergossen und erhitzt und zwar genau in der Weise, wie es vorhin geschildert wurde. Es löst sich nicht völlig auf. Am Grunde des Probierglases bildet sich ein weißes Pulver und auf der Flüssigkeit schwimmt eine graue, mißfarbene Masse.

Die Salpetersäure zersetzt nämlich nur einen Teil des Bleiglanzes. Dabei löst sich das frei gewordene Blei in der Säure auf (salpetersaures Blei, Bleinitrat) und der Schwefel scheidet sich ab als eine unreine Masse, die auf der Flüssigkeit schwimmt. Der andere Teil des Bleiglanzes wird von der Salpetersäure oxydiert zu Bleisulfat; es ist das weiße Pulver am Grunde des Glases.

Wir heben zunächst mit einem Holzstäbchen den Schwefel ab. Dem Aussehen nach ist er nicht als solcher zu erkennen. Wir bringen ihn deshalb auf Holzkohle und setzen ihn der Lötrohrflamme aus. Dadurch trocknet er schnell und verbrennt nun mit der bekannten blauen Flamme und dem Geruch nach schwefliger Säure.

Um die Bleinitratlösung rein zu erhalten, müssen wir sie filtrieren. Das geschieht so: Ein Filter, d. h. ein kreisrundes Stück Filtrierpapier, wird zunächst einmal in der Mitte gefaltet, so daß beide Hälften (Halbkreise) genau aufeinander passen. Dann wird das gefaltete Blatt noch einmal gefaltet, so daß es jetzt die Gestalt eines Kreisquadranten hat. (Abb. 9.) Hat man keinen fertigen Filter, so nimmt man ein quadratisches Stück Filtrierpapier, faltet es zweimal (nach den Mittellinien oder nach den Diagonalen) und schneidet die freien Enden in einer Bogenlinie ab. Der gefaltete Filter wird in einen mit destilliertem Wasser ausgespülten Glastrichter so ein=

gesetzt, daß das Papier der einen Hälfte der Glaswand dreifach, der andern einfach aufliegt. Durch Anfeuchten mit destilliertem Wasser wird ein festes Aufliegen des Papiers erzielt. Der fertige Filtriertrichter wird nun auf ein sauberes Probierglas gesetzt, und die Lösung wird vorsichtig eingegossen. Das Bleisulfat bleibt auf dem Papiere zurück und in dem Glase sammelt sich die klare Bleinitratlösung.

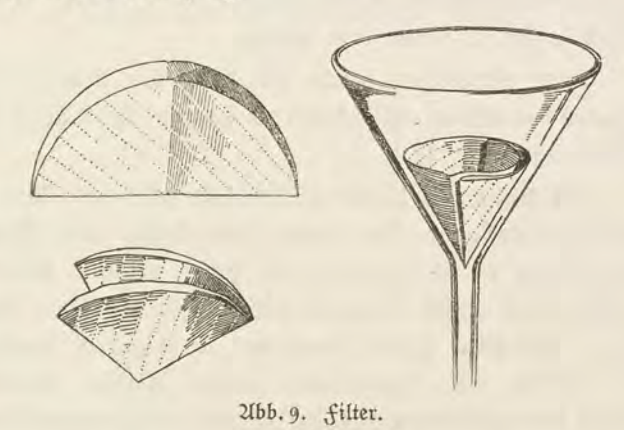


Abb. 9. Filter.

Diese Lösung untersuchen wir auf ihren Bleigehalt in der Weise, wie dies oben angegeben worden ist. (S. 18.)

Auf eine Untersuchung des Bleisulfates auf dem Filter können wir verzichten.

Die Untersuchung auf nassem Wege hat genau zu dem gleichen Resultate geführt wie die Lötrohrunter-suchung. Auch bei ihr sind die beiden Bestandteile des Bleiglanzes, Schwefel und Blei, sicher erkannt worden. Also haben wir durch die Untersuchung auf nassem Wege

die Bestätigung erhalten, daß das Ergebnis der Lötrohruntersuchung richtig ist.

Im Anschluß an den Bleiglanz untersuchen wir noch den **Kupferglanz.** Kupferglanz ist Schwefelkupfer. Der Nachweis des Schwefels ist uns schon bekannt; neu ist der Nachweis des Kupfers.

Wir nehmen zuerst die Schmelzprobe vor. (S. 10) Kupferglanz schmilzt in der Pinzette nicht schwer; in der Regel spritzt er dabei ein wenig.

Beim Schmelzen macht sich auch der Schwefelgeruch bemerkbar. Wir führen sodann noch die Heparprobe aus. (S. 14.)

Mit Soda auf Kohle geschmolzen gibt das Mineral ein Kupferkorn. Da Kupfer das einzige rote Metall ist, so kann es an seiner Farbe sicher erkannt werden. Freilich wird unser Regulus nicht schön kupferrot aussehen. Um seine Farbe deutlicher zu erhalten, bringen wir ihn in eine Reibschale, gießen Wasser darüber (damit die anhaftenden Kohleteilchen abschwimmen) und zerdrücken ihn mit dem Pistill. Die Splitterchen zeigen die rote Kupferfarbe sehr schön.

Behandelt man den Kupferglanz mit Salpetersäure, wie es beim Bleiglanz angegeben ist (S. 19), so entsteht eine hellblaue Lösung, auf der der abgeschiedene Schwefel schwimmt. Diesen filtriert man ab und verbrennt ihn auf Kohle (S. 20). Zu der klaren Lösung fügt man Ammoniak. Sogleich färbt sie sich tiefkobaltblau; ein Niederschlag entsteht nicht. Die Kupfersalze bilden nämlich mit Ammoniak lösliche Doppelsalze

von blauer Farbe. Diese Blaufärbung ist eine ungemein empfindliche Probe auf Kupfer. — Eine ähnliche Blaufärbung durch Ammoniak erleiden nur noch die Nickelsalze; doch ist bei ihnen die Färbung nicht so intensiv. Überdies gibt es ein einfaches Mittel, die blaue Lösung als Kupfersalzlösung zu erkennen: Man säuert sie mit Schwefelsäure an und taucht ein Stückchen *blankes Eisen* (Blech, Klaviersaite) hinein. Das Eisen überzieht sich nach kurzer Zeit mit metallischem Kupfer.

Dritter Abschnitt.

Oxydations- und Reduktionsflamme. — Boraxperle. — Nachweis des Wassers.

Das nächste Untersuchungsobjekt ist das **Brauneisenerz,** das Hydroxyd des Eisens. Bei der Besichtigung können manchmal Zweifel darüber aufstoßen, ob das Brauneisenerz zu den metallischglänzenden oder nichtmetallischglänzenden Mineralen zu rechnen ist. Es gibt nämlich Abarten, die einen metallähnlichen Glanz besitzen. In der Regel aber ist kein Metallglanz vorhanden. Kristallformen sind nicht ausgebildet. Die Massen sind meist feinfaserig und haben eine traubige oder kugelige Oberfläche. Spaltbarkeit ist natürlich auch nicht zu erkennen.

Wir erproben zunächst die Schmelzbarkeit an einem Splitter in der Pinzette. Das Mineral schmilzt schwer. Wiederholen wir die Schmelzprobe mit Pulver auf Kohle, so frittet es höchstens zusammen, d. h. die einzelnen Körnchen schmelzen oberflächlich an und backen dadurch zusammen.

Bei dieser Gelegenheit kann das Mineral ein verschiedenes Verhalten zeigen: entweder es wird schwarz, oder es wird rot, je nach dem Teile der Flamme, mit dem

es in Berührung kommt. Die einzelnen Teile der Flamme können also auf das Brauneisen verschieden einwirken, und das ist noch bei verschiedenen anderen Mineralien der Fall. Daher ist es nun wichtig, die Teile der Flamme kennen zu lernen.

An einer Flamme kann man besonders vier Teile unterscheiden (Abb. 10): die blaue Zone am Grunde der Flamme (*a*), den dunkeln Kegel über dem Dochte (*b*), den leuchtenden Mantel (*c*), der diesen Kegel umgibt, und die weniger leuchtende Hülle (*d*), die wieder den leuchtenden Teil einschließt. Der dunkle Kegel enthält die noch unverbrannten Brennstoffe (Spiritus, Öl, Paraffin usw.) in Gasform. Alle diese Gase sind Kohlenwasserstoffe. An der Oberfläche des Kegels werden sie durch die Wärme zersetzt, und es wird dabei Kohlenstoff ausgeschieden. Dieser Kohlenstoff wird glühend und leuchtet. So entsteht der leuchtende Mantel um den dunkeln Kegel her. Dieser Teil der Flamme heißt **Reduktionsflamme,** weil hier die Kohlenwasserstoffe auf Kohlenstoff reduziert werden. An der Oberfläche dieses Flammenteiles verbrennt der ausgeschiedene Kohlenstoff zu Kohlensäure, indem er sich mit dem Sauerstoff der Luft verbindet. Dieser äußerste Teil der Flamme ist der heißeste. Man nennt ihn **Oxydationsflamme.** Der blaue Saum unten an der Flamme entsteht durch unvollständige Verbrennung. Der Kohlenstoff oxydiert



Abb. 10. Teile der Flamme.

zunächst nur zu Kohlenoxydgas, und dieses verbrennt mit blauer Flamme zu Kohlensäure.

Die Teile der Flamme, die für die Lötrohruntersuchung in Betracht kommen, weil sie auf die Minerale verschieden einwirken, sind die Reduktionsflamme und die Oxydationsflamme. — In der Reduktionsflamme ist freier Kohlenstoff vorhanden. Dieser hat die Neigung, sich mit Sauerstoff zu verbinden. Bringt man Brauneisen in diesen Flammenteil völlig hinein, so daß kein atmosphärischer Sauerstoff zutreten kann, so wird zunächst durch die Wärme das Wasser ausgetrieben werden. Es wird sich Eisenoxyd bilden. Aber nur vorübergehend; der Kohlenstoff in der Flamme entreißt ihm nämlich sofort einen Teil seines Sauerstoffs und wandelt es dadurch in eine niedrigere Oxydationsstufe, in Eisenoxydoxydul um. Dieser Stoff sieht schwarz aus und ist magnetisch. Das Eisenoxyd ist reduziert worden. Die Reduktionsflamme wirkt also reduzierend. — Kommt das Brauneisen hingegen in die Oxydationsflamme, so findet keine Reduktion statt. Es wird nur das Wasser ausgetrieben, und es bleibt rotes, unmagnetisches Eisenoxyd zurück. Ja, wenn etwa einzelne Teile zufällig reduziert wären, so würden sie wieder oxydieren. Die Oxydationsflamme saugt den Sauerstoff der atmosphärischen Luft auf, und die große Hitze begünstigt die Verbindung.

Zur Unterscheidung der Oxydations- und Reduktionsflamme ist die Weingeistflamme schlecht geeignet. Spiritus enthält wenig Kohlenstoff und deshalb ist die Reduktionsflamme nur unbedeutend. (Darauf beruht die geringe Leuchtkraft des Alkohols.) Man tut daher gut,

dem Weingeist Stoffe zuzusetzen, die kohlenstoffreicher sind. Man mischt zu diesem Zwecke vier Teile Weingeist mit einem Teile Benzin. Auch folgende Gemische sind empfehlenswert: 12 Teile Alkohol und ein Teil Terpentinöl, oder: 6 Teile Alkohol, ein Teil Terpentinöl und einige Tropfen Äther.

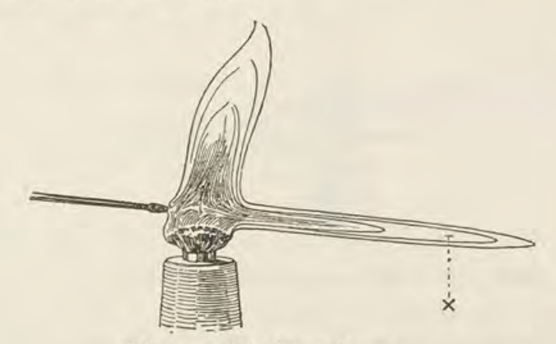


Abb. 11. Reduktionsflamme.

Und nun ist folgendes zu beachten: 1. Will man Reduktionsfeuer anwenden, so hält man das Lötrohr so, daß seine Spitze nur ganz wenig in die Flamme eintaucht; man zieht es also möglichst weit aus der Flamme heraus. Bläst man bei dieser Haltung in die Flamme, so erscheint die Stichflamme, die in diesem Falle ziemlich groß ist, als leuchtender Kegel mit wenig leuchtender, bläulicher Spitze. Die Probe wird so gehalten, daß sie von dem leuchtenden Teile völlig eingeschlossen ist. (Abb. 11.) 2. Will man jedoch Oxydationsfeuer anwenden, so taucht man die Lötrohrspitze in die Flamme ein (etwa 1/3 des Durchmessers der Flamme), so daß

man damit den Docht beinahe berührt. Bläst man jetzt, so erhält man eine bläuliche Stichflamme mit wenig leuchtender Spitze. In diese Spitze hinein wird die Probe gehalten. (Abb. 12.)

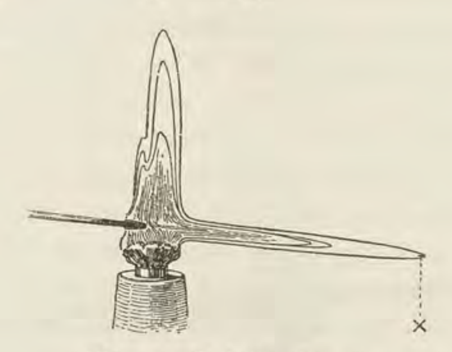


Abb. 12. Oxydationsflamme.

Nun zu unserm Mineral zurück! Es soll zunächst eine Probe mit der Reduktionsflamme, dann eine zweite mit der Oxydationsflamme behandelt werden. Zu diesem Zwecke wird etwas Brauneisenpulver auf Kohle gebracht, genau wie zum Schmelzversuche. Unter genauer Innehaltung der Regel: „Lötrohr fast aus der Flamme ziehen; Probe ins Innere der Stichflamme bringen!" reduzieren wir es und erhalten nach längerem Daraufblasen das Oxydoxydul des Eisens, eine schwarze, magnetische Masse. Den Magnetismus prüfen wir in der Weise, daß wir das Pulver auf einem Papier ausbreiten und einen kräftigen Magnet darüber halten. Das Pulver wird angezogen und ist demnach magnetisch. — Nun machen wir den Oxydationsversuch. Regel: „Lötrohr in die Flamme eintauchen; Probe in die Spitze

der Flamme bringen!“ Das Pulver färbt sich nach längerem Daraufblasen in der Mitte dunkelrot.

Die eben erlangte Fertigkeit in der Unterscheidung der Reduktions- und Oxydationsflamme wollen wir nun sogleich weiter erproben und üben, indem wir die für den Mineralogen wichtigste Eisenreaktion kennen lernen, die Färbung der **Boraxperle.** Zu diesem Versuche



Abb. 13. Platindraht.

brauchen wir einen dünnen Platindraht von etwa 6 cm Länge und gepulverten Borax. Den Draht kann man zur Not mit den Fingern halten, da Platin ein ziemlich schlechter Wärmeleiter ist. Besser ist es natürlich, ihn an einer Handhabe zu befestigen. Man schraubt ihn zu diesem Zwecke in einen Nadelhalter, wie er zum Halten der Präpariernadeln verwandt wird oder wie ihn die Damen zu den Häkelnadeln benutzen, oder aber man schmelzt ihn in eine enge Glasröhre ein. Nun biegt man das freie Ende des Drahtes zu einer Öse, um, in der Weise, wie es die Abbildung 13 zeigt. Die Umbiegung nimmt man mit der Pinzette vor. Es genügt übrigens auch, wenn der Draht einfach hakenförmig umgebogen wird. (Abb. 13.) Das hat den Vorzug, daß die Reinigung des Drahtes besser gelingt. In dieser Öse wird allerdings die Perle kugelig und dick, und intensive, dunkle Färbungen werden dadurch leicht undeutlich. — Nachdem die Öse gebogen ist, wird ein Porzellanschälchen (Tuschnäpfchen)

mit Borax bereitgestellt. Dann hält man die Öse so lange in die Flamme, bis sie glüht, und taucht sie dann schnell in den Borax ein. Es bleibt eine kleine Portion daran hängen. In der Regel wird gleich eine genügende Menge am Draht haften; sollte das nicht der Fall sein, so glüht man nochmals und taucht nochmals in Borax ein.

Dann erzeugt man mit dem Lötrohr eine Oxydaditionsflamme und hält die Öse hinein. Der Borax bläht sich zunächst auf und sinkt dann zusammen. Schließlich bildet er ein klares Glas, das die Öse gerade ausfüllt. Man überzeugt sich zunächst, daß diese Boraxperle wirklich völlig klar ist. Sollte sie nach längerem Glühen trübe bleiben oder gar eine bestimmte Färbung zeigen, so entfernt man sie wieder aus der Öse. Das macht man am einfachsten so, daß man sie noch einmal glühend macht und dann abschleudert. Man faßt dabei den Halter recht fest und schlägt mit der Faust kräftig auf den Tisch. Natürlich muß das sehr rasch geschehen, solange die Perle noch glühend ist. — Dann bildet man eine neue Perle.

Ist die Perle völlig klar, so bringt man die Mineralprobe hinein. Zu diesem Zwecke stellt man sich etwas Pulver vom Brauneisenerz in einer Porzellanschale (Tuschnapf) oder auf einem Blatte Papier bereit. Dann macht man die Perle glühend und berührt damit rasch das Pulver. Ein wenig davon bleibt daran haften, und diese geringe Menge genügt zur Untersuchung. Man kann aber auch die Perle erkalten lassen, mit destilliertem Wasser anfeuchten und so mit dem Pulver in Berührung bringen.

Nun erzeugt man eine starke *Reduktionsflamme* und hält die Perle hinein. (Lötrohr zurückziehen; Perle in die Flamme hineinhalten!) Nach kurzem Glühen *färbt sich die Perle flaschengrün.* Die Färbung rührt daher, daß das Brauneisen zu Eisenoxydoxydul reduziert ist. Man beobachte die Färbung während des Abkühlens. Sie ändert sich nicht wesentlich, sondern wird höchstens etwas blasser.

Anders ist es, wenn die Perle dem *Oxydationsfeuer* ausgesetzt wird. Man stellt eine neue Perle her und bringt wieder eine sehr kleine Menge des Minerals daran. Dann hält man sie in die Oxydationsflamme. (Lötrohr eintauchen; Perle an die Spitze der Flamme halten!) Die Perle färbt sich *gelb.* Doch ist diese Färbung nur so lange zu sehen, als die Perle heiß ist. Beim Abkühlen verschwindet sie völlig, und die Perle erscheint dann farblos. Wiederholt man den Versuch mit der Abänderung, daß man eine größere Menge des Mineralpulvers an die Perle bringt, so erscheint die Perle *rot,* solange sie heiß ist. Beim Abkühlen geht diese Farbe in Gelb über.

Die Eisenprobe mit der Boraxperle möge einigemale gemacht werden, damit die Unterscheidung der Reduktions- und Oxydationsflamme geübt wird. Die Flaschengrünfärbung der Boraxperle in der Reduktionsflamme ist eine der wichtigsten Eisenreaktionen.

Nach Beendigung der Übung wird der *Platindraht sorgfältig gereinigt.* Nachdem man die letzte Perle entfernt hat (S. 30), steckt man den Draht in ein Probierglas, übergießt ihn mit Salzsäure und er-

hitzt bis zum Sieden. Dann läßt man die Säure einige Zeit kochen. Schließlich gießt man sie ab und spült den Draht mehrmals mit destilliertem Wasser ab.

Zur Nachprüfung des Untersuchungsergebnisses wird wieder der nasse Weg eingeschlagen. Eine kleine Messerspitze voll von dem gepulverten Mineral wird in einem Probierglase mit Salzsäure übergossen und erhitzt. (Vgl. S. 18.) Es löst sich leicht auf. Die Lösung sieht dunkelgelb aus. Man dampft sie bis fast zur Trocknis ein und fügt destilliertes Wasser hinzu. Die nunmehr erhaltene Lösung verteilt man auf zwei Probiergläser. Der einen Probe fügt man Ammoniak zu. Es entsteht zugleich ein rotbrauner, flockiger Niederschlag von Eisenoxydhydrat. Der zweiten Probe wird eine Lösung von gelbem Blutlaugensalz zugesetzt. Es entsteht ein dunkelblauer Niederschlag von Eisencyanidcyanür (Berliner Blau). — Beide Reaktionen sind für Eisen sehr charakteristisch. Sie erfolgen übrigens leichter, wenn man das Glas etwas anwärmt.



Abb. 14. Halten des Glasrohrs.

Da das Brauneisenerz ein wasserhaltiges Eisenoxyd ist, so muß, nachdem der Eisengehalt ermittelt ist, auch der **Wassergehalt** festgestellt werden. Zu diesem Zwecke nehmen wir ein Glasröhrchen von etwa 12 Zentimeter Länge und schieben mit der Messerspitze (oder mit der Pinzette) entweder etwas Pulver oder noch besser ein kleines Bröckchen des Minerals hinein. Dann hal-

ten wir die Röhre mit Hilfe der eingeschobenen Pinzette (Abb. 14) in die Stichflamme. Diese wird genau an die Stelle des Glasröhrchens gelenkt, an der die Probe liegt. Dabei ist zu beachten, daß die Flamme keinesfalls in die untere Öffnung der Röhre schlagen darf, weil beim Verbrennen des Weingeistes Wasserdampf entsteht. Beginnt das Glas an der getroffenen Stelle zu glühen, so nimmt man die Röhre weg und läßt sie einen Augenblick abkühlen. Dann beobachtet man mit der Lupe sorgfältig die Stelle oberhalb der Probe. Die Glaswand zeigt hier einen deutlichen Beschlag von Wassertröpfchen. — Natürlich muß das benutzte Glasrohr völlig trocken sein, ehe man den Versuch unternimmt, weil man sonst nicht sicher ist, ob das Wasser wirklich aus dem Mineral herrührt. Um es vollständig auszutrocknen, zieht man es vor dem Versuch ein paarmal durch die Lampenflamme, wobei man sich der Pinzette als Halter bedient. Auch hierbei muß man darauf achten, daß die Flamme nicht in das Rohr hineinschlägt.

Im Anschluß an das Brauneisenerz untersuchen wir das **Roteisenerz.** Es ist das wasserfreie Oxyd des Eisens. Daher zeigt es genau dieselben Reaktionen wie das Brauneisenerz; nur gibt es im Glasrohr kein Wasser. Es ist auch schwerer löslich in Salzsäure. (Untersuchung ausführen!)

Beide Minerale sind in der Regel schon äußerlich leicht zu unterscheiden. Die Namen deuten ja die Verschiedenheit der Färbung an. Haben sie aber metallisches

Aussehen, so muß man sie am „Strich", d. h. an der Farbe des Pulvers zu erkennen suchen. Die Farbe des gepulverten Minerals kann man ja schon in der Reibschale erkennen; besser aber gelingt dies, wenn man es auf weißem Grunde dünn ausbreitet. Man nimmt ein wenig Pulver und streicht es mit dem Finger auf ein Blatt weißes Papier (Zeichenpapier). Besser noch bedient man sich dazu einer Tafel von unglasiertem Porzellan (Biskuit). — Der Strich des Roteisenerzes ist immer dunkelrot, der des Brauneisenerzes immer rostbraun, wie das Mineral auch sonst aussehen mag.

Um noch einige wichtige Übungen mit der Boraxperle anstellen zu können, greifen wir noch einmal zurück zum **Kupferglanz.** Genau wie beim Brauneisen bringen wir eine Probe in die Boraxperle und setzen sie dem Oxydationsfeuer aus. Die Perle färbt sich bläulichgrün und wird während der Abkühlung blau. Diese Reaktion ist zur Erkennung des Kupfers sehr wichtig. — Bringt man die Perle in das Reduktionsfeuer, so wird sie beim Abkühlen braunrot und undurchsichtig, weil sich aus dem Schmelzfluß Kupferoxydul abscheidet.

Als weiteres Übungsmaterial diene der **Pyrolusit** oder Braunstein, das Superoxyd des Mangans. Er sieht dunkelstahlgrau bis eisenschwarz aus und hat schwachen Metallglanz. Sein Strich ist schwarz. Kristallformen läßt er in der Regel nicht erkennen. Die Aggregate sind radialstrahlig. Er hat geringe Härte und färbt ab.

Der Pyrolusit ist unschmelzbar.

Auf Kohle geglüht wird er braun. Er verliert nämlich durch das Glühen Sauerstoff und geht in das Oxydoxydul des Mangans über, das braun aussieht.

Wir stellen nun eine Boraxperle her und bringen sehr wenig Pyrolusit daran. Die Perle wird im Oxydationsfeuer erhitzt. Sie färbt sich violett (amethystfarbig); die Färbung geht bei der Abkühlung etwas mehr ins Rote über. Hat man zuviel von dem Minerale genommen, so wird die Farbe so dunkel, daß sie nicht mehr deutlich erkannt werden kann. Deshalb darf man nur wenig Substanz nehmen. — Erhitzt man die Perle im Reduktionsfeuer, so wird sie ganz farblos. Bei diesem Versuch ist folgendes zu beachten: Kühlt sich die farblose Perle sehr langsam ab, so nimmt sie wieder Farbe an, weil die Substanz dann wieder höher oxydiert. Man muß daher für rasche Abkühlung sorgen. Diese kanr man dadurch erzielen, daß man die Perle mit einer Zange plattdrückt. Gelingt die Reduktion dennoch nicht gut, so kann man dadurch nachhelfen, daß man ein ganz kleines Flitterchen Zinn (Stanniol) zusetzt. Zinn oxydiert sehr leicht und färbt dabei die Perle nicht. Es unterstützt also durch seinen Sauerstoffverbrauch die Reduktion und stört die Färbung (in unserm Falle die Farblosigkeit) nicht. Doch muß man sorgfältigst darauf achten, daß man mit dem Zinn den Draht nicht berührt; denn sonst legiert sich das Zinn mit dem Platin, und diese Legierung ist sehr leicht schmelzbar. Der Platindraht würde also an der Berührungsstelle sofort durchschmelzen. Der Sicherheit halber kann man das Stamiol

auf Kohle in die Perle einschmelzen. — Es empfiehlt sich, auch mit Pyrolusit die Boraxfärbung mehrfach zu wiederholen, um die Oxydations- und die Reduktionsflamme sicher unterscheiden zu lernen.

Ist dem Braunstein ein geringer Eisengehalt eigen, so erhält man natürlich in der Reduktionsflamme keine ganz farblose, sondern eine schwach flaschengrüne Perle. Ist er sehr durch Eisenerze verunreinigt und ist daher der Eisengehalt sehr hoch, so wird die Manganfärbung auch im Oxydationsfeuer völlig unterdrückt, und



Abb. 15. Platinblech.

die Masse reagiert nur auf Eisen. Dann taucht man die heiße Perle in Salpeter und erhitzt noch einmal. Es tritt dann die Manganfärbung etwas mehr hervor. Das kommt daher, daß der Salpeter Sauerstoff abgibt und daß deshalb das Mangan, dem vorher der Sauerstoff durch das Eisen entzogen war, wieder oxydieren kann.

Da in solchem Falle die Feststellung des Mangans immerhin unsicher ist, so muß noch eine andere Probe angestellt werden. Diese wird in folgender Weise vorgenommen: Auf einem Platinblech wird eine kleine Menge der Substanz mit drei Teilen Soda und einem Teil Salpeter zusammengeschmolzen. Das Platinblech ist ein dünnes Blech von etwa 3 Zentimeter Länge und 1—1½ Zentimeter Breite. Es wird zum Gebrauche in einen Holzhalter eingeklemmt. (Abb. 15.) Erhitzt man

das angegebene Gemisch auf dem Bleche, so bildet sich sogleich eine *blaugrüne Schmelze*. Der färbende Bestandteil ist mangansaures Natrium. Da dieser Stoff sehr intensiv gefärbt ist, so machen sich auch die geringsten Mengen davon bemerkbar. Die Probe ist also sehr empfindlich. — Die Untersuchung mit Soda auf Platinblech ist die beste und zuverlässigste für alle Manganverbindungen.

Für den Braunstein (wie für alle Sauerstoffverbindungen des Mangans) ist ferner das *Verhalten gegenüber der Salzsäure* recht bezeichnend. Erhitzt man eine Messerspitze voll Pulver mit etwas Salzsäure im Probierglase, so steigen *Chlordämpfe* auf. Diese sind an ihrem stechenden Geruche kenntlich. Um indessen sicherer zu gehen und sie nicht mit den Salzsäuredämpfen zu verwechseln, die auch beim Kochen anderer Minerale aufsteigen, hält man ein Stückchen angefeuchtetes Lackmuspapier über die Öffnung des Probierglases. Es wird entfärbt. Das ist ein sicheres Anzeichen dafür, daß Chlordämpfe vorliegen. Säuredämpfe würden das Papier natürlich gerötet haben, während Chlor bekanntlich die Fähigkeit hat, Pflanzenfarbstoffe zu zerstören.

Vierter Abschnitt.

Alkalische Reaktion. — Flammenfärbungen.

Eine neue Reihe von Untersuchungsgegenständen eröffnet der **Gips**. — Gips hat meistens die Gestalt dicker, wasserheller Platten, die sich sehr leicht spalten lassen bis zu dünnen Blättchen. Diese sowie die dünneren Platten nehmen leicht eine rhomboidale Form an. Sie werden dann also von drei Flächenpaaren begrenzt. Der Gips ist demnach nach drei Richtungen hin spaltbar. Indessen ist das eine Flächenpaar doch das wichtigste für die Spaltung. In dieser Richtung gelingt sie ganz besonders leicht. Diese ausgezeichnete Spaltbarkeit geht parallel der seitlichen Endfläche des Gipskristalles, dem sog. Klinopinakoid. Das will besagen: Zerschlägt man einen Gipskristall, so zerspringt er in lauter Platten parallel der seitlichen Endfläche, oder umgekehrt: Denkt man sich eine Gipsplatte als Teil eines Kristalles, gliedert man z. B. eines der Spaltblättchen in Gedanken in einen Kristall ein, so liegt immer seine Hauptfläche parallel dem Klinopinakoid. (Abb. 16.)

Die ausgezeichnete Spaltbarkeit macht es uns leicht, hinreichend dünne Splitter zu erhalten, an denen die Probe der Schmelzbarkeit vorgenommen werden kann. Beim Schmelzen wird der Gips zunächst trübe

und weiß. Dann blättert er sich auf und schmilzt ziemlich leicht zu einem milchweißen Email. Dieses Email zeigt eine merkwürdige Eigenschaft: es reagiert alkalisch.

Die **alkalische Reaktion** wird in folgender Weise erprobt: Man nimmt ein Stück gelbes Kurkumapapier; auf dieses überträgt man ein Tröpfchen Wasser entweder mittelst eines Glasstabes oder dadurch, daß man das kleine Wasserrestchen im Spritzflaschenrohre sanft

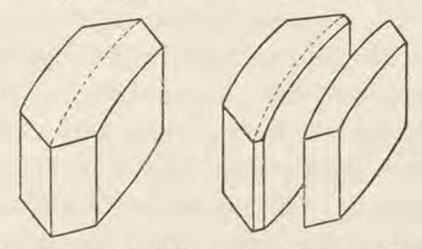


Abb. 16a. Gipskristall. b. Derselbe gespalten.

herausbläst. In das Tröpfchen bringt man die geglühte Mineralprobe. Sofort färbt sich das Papier braun. — Man kann an Stelle des Kurkumapapieres auch fliederfarbenes Lackmuspapier benutzen. Dieses wird dann deutlich blau. — Die Reagenzpapiere zerschneidet man am besten in Streifchen von 1/2—1 Zentimeter Breite und 3 bis 4 Zentimeter Länge, um immer sofort gebrauchsfähige Stückchen zur Hand zu haben.

Gips ist wasserhaltiges Kalziumsulfat. Es ist also dreierlei nachzuweisen: Wasser, Schwefelsäure und Kalzium.

Der Nachweis des Wassers wird im Glasrohr vorgenommen. (Vgl. S. 32.) Auffällig ist beim Gips die große Menge des Wassers.

Der Schwefelgehalt läßt sich durch die Heparprobe (S. 14) ermitteln. Die schwefelsauren Salze geben in gleicher Weise Hepar wie die Schwefelverbindungen. Da nun Sulfate und Schwefelverbindungen äußerlich sehr verschieden aussehen, so genügt in der Regel die Heparprobe zur Feststellung der Schwefelsäure.

Den besonderen Nachweis, daß Schwefelsäure vorliegt, führt man am besten auf nassem Wege. Fein gepulverter Gips wird in ein Probierglas getan, mit Wasser übergossen und erwärmt. Es löst sich nur eine geringe Menge; die klare Lösung wird abfiltriert. In einem zweiten Probierglase hält man etwas Chlorbaryumlösung bereit. Gießt man die Gipslösung dahinein, so entsteht sofort oder nach leichtem Erwärmen ein reichlicher weißer Niederschlag von schwefelsaurem Baryum.

Nun soll der Kalkgehalt nachgewiesen werden. Das geschieht am einfachsten durch die **Flammenprobe.** Zu diesem Zwecke hält man den Platindraht bereit (wie bei der Boraxperle S. 29), dann bringt man ein wenig Gipspulver auf ein Glasplättchen (sehr geeignet ist ein Objektträger für mikroskopische Untersuchungen!) und befeuchtet die Probe mit Salzsäure, indem man einen Tropfen mit einem Glasstabe darauf bringt. In das Gemenge taucht man die Spitze des Platindrahtes ein. Oder: Man gießt einige Tropfen Salzsäure in ein Tuschnäpfchen, taucht den Draht hinein und bringt den benetzten Draht in das (trockene) Pulver. Nun bläst man eine Stichflamme und hält die Probe in die Spitze derselben. Diese färbt sich sogleich gelblichrot, und diese Färbung

ist für das Kalzium sehr charakteristisch. — Steht Gas zur Verfügung, so hält man die Probe einfach in die äußere Flamme des Bunsenbrenners. Das hat den Vorzug, daß man nicht das Lötrohr zu benutzen braucht und deshalb seine ganze Aufmerksamkeit auf die Flammenfärbung konzentrieren kann. — Im dunkeln Zimmer ist die Färbung noch deutlicher zu beobachten.

Schöner noch erhält man die Flammenfärbung auf folgende Weise: Man tut Gipspulver in eine kleine Porzellanschale, gießt etwas Salzsäure darüber und erwärmt über der Weingeistflamme oder den Bunsenbrenner. Zu diesem Zwecke legt man auf den oberen Ring eines Dreifußes ein engmaschiges Drahtnetz und setzt das Schälchen darauf. Mit Vorteil läßt sich ein Drahtnetz verwenden, das in der Mitte mit Asbestmasse überzogen ist. Durch die Anwendung des Drahtnetzes wird das Platzen der Porzellanschale verhütet. — Nachdem die Schale erhitzt worden ist, löscht man die Flamme und übergießt dann vorsichtig die Masse mit Weingeist. Dann rührt man mit einem Glasstabe um und entzündet den Weingeist. Anfangs erscheint die Spiritusflamme ohne besondere Färbung. Später aber tritt deutlich die Gelbrotfärbung hervor.

Zur Kontrolle bedient man sich des nassen Weges. Man löst in einem Probierglase etwas Gips auf und fügt eine Lösung von oxalsaurem Ammoniak hinzu. Es erfolgt sofort oder nach Erwärmen ein weißer Niederschlag von oxalsaurem Kalzium. — Dieser Niederschlag ist insofern nicht sehr charakteristisch, als auch Strontium- und Barymlösungen ähnliche Niederschläge mit

oxalsaurem Ammoniak ergeben. Die Flammenprobe muß also auf alle Fälle hinzukommen. — Um Kalzium-, Strontium- und Baryumverbindungen sicher unterscheiden zu lernen, wollen wir noch den Cölestin und den Schwerspat untersuchen.

Cölestin ist schwefelsaures Strontium. Er ist schmelzbar und reagiert nach dem Glühen alkalisch. Schon beim bloßen Anschmelzen (wobei sich an der Schmelzkante eine milchweiße Kugel bildet) färbt sich die Flamme schwach purpurrot. Diese ausgeprägte Purpurfarbe ist für Strontium bezeichnend. Um sie deutlicher zu erhalten, verfährt man so wie beim Gips angegeben wurde: Man vermischt auf einem Glasplättchen das gepulverte Mineral mit Salzsäure, taucht einen Platindraht hinein und hält diesen in die Stichflamme oder in die einfache Gasflamme. — Viel schöner aber wird die Färbung, wenn man dazu den geschmolzenen Cölestin benutzt. Man erhitzt zu diesem Zwecke einen Splitter lange im Reduktionsfeuer (S. 27), befeuchtet ihn dann mit Salzsäure und bringt ihn in die einfache Lampenflamme (ohne daraufzublasen!). Man hält die Probe möglichst genau an den äußersten Saum der Flamme; dieser färbt sich dann sogleich schön purpurrot. — Auch in der Porzellanschale erhält man eine sehr schöne Purpurflamme, wenn man geglühten Cöstelin erst mit Salzsäure behandelt, dann mit Weingeist übergießt und diesen entzündet.

Das Purpurrot des Strontiums ist von dem Gelblichrot des Kalziums im allgemeinen nicht allzuschwer zu unterscheiden. Doch kann es auch dem geübten Minera-

logen passieren, daß er gelegentlich nicht mit Sicherheit die rote Flammenfärbung zu deuten vermag. Dann entscheidet die Untersuchung auf nassem Wege, ob eine Strontium- oder eine Kalziumverbindung vorliegt.

Um diese kennen zu lernen, lösen wir Cölestin in Salzsäure auf (Cölestin ist nicht wasserlöslich). Wie wir bereits sahen, kann das oxalsaure Ammoniak nicht als Unterscheidungsmittel dienen, da es in beiderlei Lösungen einen Niederschlag hervorruft. Anders die Schwefelsäure. Diese ruft in Strontiumlösungen stets einen Niederschlag von Strontiumsulfat hervor (wenn auch bisweilen erst nach Erwärmen). In konzentrierten Kalklösungen erzeugt sie ebenfalls einen Niederschlag, nicht aber in verdünnten. Dabei wäre man nun wieder vor Täuschungen nicht sicher; denn man kann in der Regel den Grad der Verdünnung nicht beurteilen. Daher empfiehlt sich folgender einfachere Weg: Man benutzt statt der Schwefelsäure eine Gipslösung. Diese ist natürlich nie imstande, in einer Kalklösung einen Niederschlag hervorzubringen. In einer Lösung, die Strontium enthält, aber bewirkt sie sofort die Bildung von schwefelsaurem Strontium, das unlöslich ist und daher ausgefällt wird.

Der Nachweis der Schwefelsäure erfolgt genau wie beim Gips durch die Heparprobe und auf nassem Wege durch Chlorbaryum.

Im Glasrohr gibt der Cölestin kein Wasser.

Der **Schwerspat** oder Baryt ist Baryumsulfat. Auch dieses Mineral ist schmelzbar und reagiert nach dem

Glühen alkalisch. Beim Schmelzen färbt es die Flamme gelblichgrün. Man wiederholt, um die Färbung deutlicher zu erhalten, den Versuch mit Salzsäure auf Platindraht. — Zum Nachweis der Schwefelsäure mag die Heparprobe genügen. — Im Glasrohr gibt der Schwerspat kein Wasser; wohl aber zerspringen die Körnchen.

Auf die Anwendung des nassen Weges möge der Anfänger beim Schwerspat verzichten. Da das Mineral nicht wasserlöslich ist und auch von Salzsäure nicht angegriffen wird, so ist diese Untersuchung nicht ganz einfach. Die Lötrohrproben sind andrerseits charakteristisch genug, und daher ist die angegebene Untersuchung hinreichend.

Zur weiteren Übung diene der **Kalkspat**, der kohlensaure Kalk. Zunächst stellen wir fest, das er unschmelzbar ist. Hierbei ist schon die gelblichrote Kalziumflamme zu beobachten. Aber noch etwas anderes zeigt sich dabei: Bei anhaltendem Erhitzen wird der Kalkspat weißglühend und strahlt ein sehr helles Licht aus. Dieses Licht ist charakteristisch für die alkalischen Erden (*Ca*, *Mg*, *Ba*, *Sr*) und für einen Teil der Erdmetalle. Bei der Untersuchung von Gips, Cölestin und Schwerspat war es nicht gut zu beobachten, weil diese Minerale schmelzen, bevor sie weißglühend werden.

Wie der Gips usw., so reagiert auch der Kalkspat nach dem Glühen alkalisch.

Neu ist der Nachweis der Kohlensäure. Dieser

erfolgt nur auf nassem Wege und ist sehr einfach. Man übergießt die Probe im Reagenzglase mit verdünnter Salzsäure. Sofort erfolgt ein lebhaftes Aufbrausen. Dieses entsteht dadurch, daß die Kohlensäure gasförmig entweicht. Durch dieses Aufbrausen ist die Gegenwart der Kohlensäure erwiesen. Bei andern kohlensäurehaltigen Mineralen muß man das Glas erst anwärmen, ehe das Aufbrausen eintritt; beim Kalkspat ist das nicht nötig. — Dem Anfänger kann übrigens bei diesem Versuche leicht eine Täuschung widerfahren. Den Teilchen des Mineralpulvers haftet nämlich Luft an, die sich beim Erwärmen leicht ablöst und in einem Schwarm von Bläschen aufsteigt. Dieses Aufsteigen der Luftbläschen erfolgt auch ohne Säurezusatz und ist niemals ein lebhaftes Brausen; daran kann man es leicht erkennen. — Ferner muß beachtet werden, daß die Salzsäure stets verdünnt angewandt werden muß, weil die starke Salzsäure auch andere Säuren unter Aufbrausen austreibt und man dann nicht sicher weiß, ob das entweichende Gas Kohlensäure ist.

Der Nachweis des Kalziums erfolgt zunächst durch die Flammenprobe, die genau in der oben beschriebenen Weise ausgeführt wird.

Der Nachweis auf nassem Wege erleidet eine kleine Abänderung, weil der Kalkspat nicht wasserlöslich ist. Die Auflösung muß mit Salzsäure vorgenommen werden. Eine solche Salzsäurelösung haben wir schon bei der Untersuchung auf Kohlensäure erhalten. Um diese Lösung aber zur Untersuchung mit oxalsaurem Ammoniak verwenden zu können, muß man sie erst mit Ammoniak über-

sättigen, d. h. man muß so lange Ammoniak hineintropfen, bis sie schwach danach riecht. Erst dann kann oxalsaures Ammoniak zugesetzt werden. Der Niederschlag von oxalsaurem Kalzium ist nämlich in Salzsäure löslich, und infolgedessen würde er gar nicht ausfallen, wenn die Lösung noch freie Säure enthielte. Die Säure muß also erst durch Ammoniak neutralisiert werden.

Man kann hier übrigens noch eine zweite Probe vornehmen. Man fügt nämlich zu der konzentrierten Lösung Schwefelsäure. Es entsteht dann Gips, und da dieser nur in geringer Menge löslich ist, so setzt sich die Hauptmasse ungelöst als Niederschlag ab. — Freilich versagt diese Probe, wenn die Lösung nicht hinreichend konzentriert war; denn dann entsteht nur eine geringe Menge von Gips, die im Wasser löslich ist und daher nicht zu Boden fällt. Doch kann man auch dann noch den Gips sichtbar machen. Er ist nämlich unlöslich in Alkohol. Fügt man daher der Lösung etwas Weingeist zu, so scheidet sich der Gips als schleimige Masse aus.

Sehr interessante Flammenproben ergeben die Kupferverbindungen, als deren Vertreter uns wieder der **Kupferglanz** dienen mag. Am besten glüht man ihn zunächst auf Kohle, ehe man die Flammenprobe vornimmt. Indessen braucht man nicht so lange zu glühen, bis man ein Kupferkorn erhält. Es handelt sich nur darum, daß die Probe „geröstet" wird, d. h. daß der Schwefel der Hauptsache nach ausgetrieben wird. Dann wird die Probe zunächst mit Wasser befeuchtet und in die Flamme gebracht. Diese färbt sich sogleich schön

grün. Dieses Grün ist deutlich anders als das des Schwerspates. Es ist mehr grasgrün (smaragdgrün), während jenes mehr gelbgrün ist.

Diese grüne Kupferflamme erhält man, beiläufig bemerkt, oft recht unfreiwillig am Bunsenbrenner. Hat sich an diesem Grünspan gebildet, oder sind die Messingteile des Brenners sonstwie chemisch angegriffen, so entsteht in der Flamme häufig eine grüne Stelle, die von dem Kupfergehalte des Messings herrührt. Die grüne Flamme entsteht auch häufig an der Spitze der Pinzette, wenn diese unvorsichtig gehalten wird. Man muß derartige Störungen in der Flamme beachten, damit man nicht eine Flammenfärbung falsch deutet.

Nun zum Kupferglanz zurück! Befeuchtet man die geröstete Probe mit Salzsäure und bringt sie in die Flamme, so färbt sich diese prächtig hellblau. Dieses Blau ist bald tiefer azurblau, bald mehr rötlichblau. Es rührt her von Chlorkupfer. Die Kupferverbindungen zeigen also zwei verschiedene Flammenfarben!

Die Chlorkupferfärbung wendet man übrigens auch an, um Chlor nachzuweisen. Man stellt zu diesem Zwecke eine Boraxperle her, bringt reichlich Kupferoxyd (im Oxydationsfeuer gerösteten Kupferglanz) hinein und erhitzt im Oxydationsfeuer. Die Perle färbt sich dann so intensiv, daß sie dunkelgrün erscheint. Bringt man nun eine Mineralprobe auf die Perle und entsteht beim Daraufblasen eine hellblaue Flamme, so ist das ein Beweis dafür, daß das Mineral Chlor enthält. Zur Übung möge der Versuch gemacht werden! Man stellt eine Boraxperle her, bringt Kupferoxyd hinein und erhitzt in der

Oxydationsflamme. Dann fügt man etwas Kochsalz zu der Perle und erhitzt von neuem; sogleich entsteht die charakteristische Chlorkupferfärbung.

Um noch einige Flammenfärbungen kennen zu lernen, mag man Kalisalpeter mit Hilfe des Platindrahtes in die Flamme bringen. Diese färbt sich dann violett. Diese Farbe ist charakteristisch für Kalium.

Eine zweite Probe mache man mit Kochsalz (oder Soda). Die Flamme wird auffallend groß und färbt sich intensiv gelb. Diese Flamme ist bezeichnend für Natrium. — Die Natriumfärbung unterdrückt jede andere Färbung. Enthält also ein Mineral Natrium und Kalium nebeneinander, so ergibt die Flammenprobe immer nur die gelbe Natriumfärbung, nicht auch zugleich die Kaliumfärbung. Daher muß nach diesem Versuche der Draht besonders sorgfältig gereinigt werden (S. 32). Auch muß man sich hüten, die Stelle des Drahtes, die der Flamme ausgesetzt wird, mit den Fingern zu berühren; denn die geringste Spur von Schweiß würde die Natriumfärbung verursachen, weil ja der Schweiß bekanntlich Kochsalz enthält.

Fünfter Abschnitt.

Anwendung der Kobaltlösung. — Phosphorsalzperle. — Aufschließen unlöslicher Silikate.

Als nächster Gegenstand der Untersuchung dient der **Ton** (weißer Pfeifenton) oder die Porzellanerde. Die Porzellanerde oder das Kaolin ist nur eine besonders reine Abart des Tones. Der Ton ist eigentlich kein Mineral, sondern ein Gestein, das zusammengesetzt wird aus winzigen Schüppchen eines Minerals, das den Namen Kaolinit führt. Kaolinit ist wasserhaltiges Tonerdesilikat. Es ist also Wasser, Tonerde und Kieselsäure nachzuweisen.

Bevor wir an die eigentliche Untersuchung gehen, wollen wir noch einige Kennzeichen des Tones kennen lernen. Haucht man den Ton stark an, so gibt er einen eigentümlichen Geruch, den man geradezu als „Tongeruch" bezeichnet. Ferner fühlt er sich stets mager an, niemals fettig; das ist ein wichtiges Erkennungszeichen gegenüber manchen anderen, ähnlichen Mineralen.

Nun wird der Schmelzversuch auf Kohle vorgenommen. Der Ton brennt sich hart und weiß, bleibt aber unschmelzbar.

Der Nachweis des Wassers wird in bekannter Weise im Glasrohr ausgeführt. Doch gilt es zu beachten, daß

der Ton völlig trocken sein muß. Denn sonst erhält man im Glasrohr Wasser, das nur mechanisch beigemengt gewesen ist mit dem chemisch darin enthaltenen Wasser zusammen, und es ist dann nicht festzustellen, woher das Wasser eigentlich rührt. Der Ton muß also erst im Ofen bei gelinder Wärme längere Zeit getrocknet werden.

Die Lötrohruntersuchung auf Tonerde wird folgendermaßen ausgeführt: Man bringt eine Probe des Minerals auf Kohle (S. 11) und glüht sie längere Zeit. Darauf (also erst nach dem Glühen!) befeuchtet man sie mit **Kobaltlösung.** — Kobaltlösung stellt man sich dadurch her, daß man Kobaltnitrat in destilliertem Wasser löst. Man löst so viel auf, daß die Lösung weinrot aussieht. Die Kobaltlösung wird am zweckmäßigsten in einer Tropfflasche aufbewahrt, oder auch in einem gewöhnlichen Fläschchen, an dessen Stöpsel man unterseits einen Glasstab befestigt hat, damit man bequem in der Lage ist, die Flüssigkeit tropfenweise zu benutzen. — Auf die geglühte Probe bringt man einige Tropfen Kobaltlösung. Dann wird sie abermals geglüht. Dabei färbt sie sich schön himmelblau. Diese Blaufärbung ist für die Tonerde sehr charakteristisch.

Leider erhält man sie nicht bei allen Verbindungen der Tonerde. Sie erscheint nämlich nur dann, wenn die Probe kein Eisen und keine anderen Schwermetalle enthält und wenn sie nicht schmelzbar ist. Deshalb muß in solchen Fällen die Untersuchung auf nassem Wege helfend eingreifen.

Da der Kaolinit von Schwefelsäure zersetzt wird, so ist eine Lösung leicht herzustellen. In ein Probier=

glas (oder besser in eine Porzellanschale) bringt man fein gepulverten Ton, übergießt ihn mit Schwefelsäure und läßt die Masse längere Zeit kochen. (Vorsicht!) Man dampft dann die Lösung ein, d. h. man kocht so lange, bis die Flüssigkeit fast ganz geschwunden ist. Dann läßt man die Schale abkühlen und gießt etwas Wasser zu. Die Lösung wird in ein Probierglas filtriert. Dann fügt man Ammoniak zu. Sogleich scheidet sich Tonerdehydrat in Gestalt einer weißen, schleimigen Masse aus. — Dieser Niederschlag ist für die Tonerde charakteristisch. Freilich bringen auch Magnesiaverbindungen mit Ammoniak einen weißen Niederschlag hervor, aber nur dann, wenn die Lösung nicht sauer ist. Man darf daher nicht bis zur völligen Trocknis eindampfen, wenn man Tonerde nachweisen will, oder man muß, wenn es doch geschehen sein sollte, einige Tropfen Säure beim Auflösen in Wasser zusetzen. Der Niederschlag, den Ammoniak aus einer sauren Lösung fällt, ist, wenn er weiß aussieht, immer Tonerdehydrat.

Übrigens kann man ja die Masse mit Hilfe des Lötrohres leicht nachprüfen. Man trennt zu diesem Zwecke den Niederschlag von der Flüssigkeit, indem man diese abfiltriert. Das Tonerdehydrat nimmt man vom Filter ab und behandelt es auf Kohle mit Kobaltlösung genau in der vorgeschriebenen Weise (Glühen, Betropfen, abermals Glühen!); dann zeigt sich die charakteristische Blaufärbung.

Nun zur Feststellung der Kieselsäure! Dazu bedienen wir uns einer Perle ähnlich der Boraxperle und zwar einer **Phosphorsalzperle.** Phosphorsalz ist ein

Doppelsalz, nämlich Natriumammoniumphosphat. Es ist imstande, alle Basen aufzulösen, so daß bei Silikaten die Kieselsäure ungelöst zurückbleibt. Hierauf beruht seine Anwendung. — Man biegt einen Platindraht zur Öse, macht diese glühend und taucht sie in Phosphorsalz ein; man verfährt also zunächst genau wie bei der Herstellung der Boraxperle. Nun aber heißt es Vorsicht! Sobald nämlich das Phosphorsalz erhitzt wird, beginnt es sehr lebhaft zu brausen und Blasen zu werfen und dabei fällt das geschmolzene Salz Tropfen für Tropfen wieder vom Drahte ab . Wir würden also bei raschem Erhitzen nie zum Ziele kommen. Es muß deshalb langsam und vorsichtig erhitzt werden. Und das geschieht am einfachsten so, daß man die Stichflamme auf den Draht dicht unterhalb der Öse, also nicht auf dieselbe selbst richtet. Diese Stelle bringt man zum Glühen und zwar so lange, bis das lebhafteste Brausen und Blasenwerfen vorbei ist. Dann erst hält man die Öse selbst in die Flamme und glüht vorsichtig weiter, bis die Perle ruhig und klar ist.

Wem es auf diese Weise nicht gelingt, eine Perle zu erhalten, der erhitze Phosphorsalz auf Kohle, bis das Blasenwerfen vorbei ist und bringe es dann in die Platinöse. Sollten dabei Kohleteilchen anhaften, so erhitzt man zunächst in der Oxydationsflamme, bis diese verbrannt sind. Dadurch kommt zwar die Asche dieser Teilchen mit in die Perle; doch stört das in der Regel die weitere Untersuchung nicht.

Nun wird die Probe in die Perle gebracht, genau wie bei der Boraxperle (S. 30). Doch benutzt man kein Pulver, sondern ein kleines Bröckchen des Minerals.

Dann wird die Perle lange geglüht. Man kann dabei deutlich beobachten, wie in der glühenden Perle von dem Mineralsplitter feine Wölkchen ausgehen und sich zerteilen. Der Splitter selbst wird dabei nicht kleiner, wie lange man auch glüht. Es ist aber nur noch der Kieselsäurerest des ehemaligen Minerals, der übrig geblieben ist, nachdem sich die Tonerde in der Perle aufgelöst hat. Man bezeichnet ihn als das „*Kieselskelett*". War der Splitter sehr klein, so haftet das Kieselskelett leicht am Platindrahte fest und ist schwer zu sehen. Dann halte man die Perle so, daß die Stichflamme am Drahte der Öse entlang streicht, so daß die Masse der Perle in eine drehende Bewegung versetzt wird. Dann wird das Skelett mitgerissen und ist deutlich zu sehen. — Das Kieselskelett ist für den Mineralogen das beste und sicherste Anzeichen für das Vorhandensein der Kieselsäure.

Gefärbt ist die Perle nicht, wenn der Ton rein war, weil Tonerde keine Färbung, ja nicht einmal eine Trübung hervorruft. Ist jedoch etwas Eisen darin enthalten, was sich meist schon durch die rötliche oder bräunliche Färbung des Tones ankündigt, so tritt genau dieselbe Eisenfärbung ein wie bei der Boraxperle. — Überhaupt wird die *Phosphorsalzperle genau wie die Boraxperle durch Schwermetalle gefärbt*, und die Farben sind nahezu dieselben wie bei dieser (vergl. S. 31), ja, zumeist sind sie reiner und schöner als beim Borax, allerdings auch zarter und flüchtiger. Jedenfalls werden wir bei künftigen Untersuchungen stets außer der Boraxperle die Phosphorsalzperle benutzen. (Über Eisen und Tonerde vgl. auch S. 74.)

Im Anschluß an den Ton untersuchen wir den **Talk.** Äußerlich ist er von dem Ton leicht zu unterscheiden, da er sich fettig anfühlt. Er ist feinblättrig. Kristallformen zeigt er in der Regel nicht. Er ist so *weich*, daß er als Typus des niedrigsten Härtegrades gilt. Die einzelnen Blättchen sind *biegsam*, aber nicht elastisch, d. h. wenn man sie biegt, schnellen sie nicht in ihre alte Form zurück, sondern bleiben verbogen.

Schmelzbar ist der Talk nicht; er blättert sich beim Glühen nur auf. Talk ist wasserhaltiges Magnesiumsilikat; es ist also Wasser, Kieselsäure und Magnesia nachzuweisen.

Das *Wasser* wird in bekannter Weise im Glasrohr festgestellt.

Die *Kieselsäure* wird an dem Kieselskelett in der Phosphorsalzperle erkannt.

Um die *Magnesia* nachzuweisen, bedient man sich wieder der *Kobaltlösung*. Die Probe wird auf Kohle geglüht, dann mit Kobaltsolution befeuchtet und abermals geglüht. Sie nimmt dabei eine *rosenrote* Färbung an. Diese Rotfärbung ist für Magnesia sehr bezeichnend. — Leider wird sie bei manchen Mineralen gestört durch gleichzeitig vorhandene Tonerde; denn da diese blau gefärbt wird, so muß eine Mischfarbe von Blau und Rot, also Violett entstehen. Dabei herrscht aber das Blau so entschieden vor, daß bei einem erheblicheren Gehalt an Tonerde das Rot gar nicht wahrgenommen werden kann. Ebenso hebt die Anwesenheit von Eisen die Rotfärbung völlig auf; nur ganz geringe

Mengen von Eisenverbindungen stören nicht. Die Probe ist also in ihrer Anwendung immerhin beschränkt.

Wir müssen schon aus diesem Grunde den nassen Weg beschreiten. Nun läßt sich aber leicht feststellen, daß der Talk weder von Wasser noch von Säuren aufgelöst oder auch nur angegriffen wird. Kocht man das Pulver längere Zeit mit Salzsäure, so bemerkt man absolut keine Veränderung, insbesondere keine Mengenabnahme. Das wäre nun allerdings allein noch kein Beweis für die Unlöslichkeit. Es könnten sich ja immerhin winzige, dem Auge nicht bemerkbare Mengen gelöst haben. Um das festzustellen, gießt man die Säure vorsichtig ab in ein anderes Probierglas. Dann setzt man so lange Ammoniak zu, bis die Lösung damit übersättigt ist. Dann ist alle Salzsäure an Ammoniak gebunden und vermag nicht mehr, die vorher gelösten Stoffe auch weiterhin gelöst zu halten. Diese werden also wieder ausgeschieden. In unserm Falle aber scheidet sich nichts aus, und es steht daher fest, daß die Säure nichts aufgelöst hat.

Um trotzdem eine Lösung zu erhalten, muß man das Silikat **„aufschließen"**, d. h. in eine lösliche Masse umwandeln. Das geschieht in folgender Weise: Man vermengt einen Teil (Messerspitze) des Minerals mit vier Teilen Soda. Am besten reibt man die Substanzen in einer Schale zusammen oder mengt sie auf einem Blatte Papier. Das Gemisch wird auf Platinblech gebracht und lange sorgfältig geglüht. Dabei verbindet sich die Kieselsäure mit dem Natrium zu dem löslichen Natriumsilikat, die Kohlensäure mit dem Magnesium zu dem gleichfalls löslichen Magnesiumkarbonat. Das noch

glühende Blech wird rasch auf einen kalten Stein gelegt; dabei springt infolge der raschen Zusammenziehung die Schmelze leicht vom Bleche ab. Sonst kann man sie auch mit einem Holzstäbchen abschieben. Da die Masse nur dann gründlich aufgeschlossen wird, wenn das Durchglühen intensiv genug war, so tut man gut, immer nur kleine Portionen zu verwenden, etwa eine kleine Messerspitze voll. Der Prozeß muß infolgedessen mehrfach wiederholt werden, damit man eine hinreichende Menge Substanz für die Untersuchung erhält.

Die Schmelze wird nun in einer kleinen Porzellanschale gesammelt und mit Salzsäure übergossen. Es erfolgt ein lebhaftes Aufbrausen, da die Kohlensäure ausgetrieben wird. Die Schale wird nun auf einem Drahtnetz erhitzt, bis die Flüssigkeit siedet. Dann läßt man bei kleiner Flamme langsam einkochen. Dabei scheidet sich die Kieselsäure als feste Masse aus, und die Salzsäure verbindet sich mit den beiden Basen. Es entstehen also: freie Kieselsäure, Chlornatrium und Chlormagnesium. Die Masse muß bis zur völligen Trocknis eingedampft werden. Nur dann läßt sich die Kieselsäure völlig entfernen. Solange sie nämlich noch wasserhaltig ist, ist sie immer noch teilweise löslich; sie muß daher völlig vom Wasser befreit sein, wenn sie ungelöst zurückbleiben soll. Ist die völlige Trocknis eingetreten, so befeuchtet man die Masse mit zwei Tropfen Salzsäure und laugt dann die Chlorverbindungen mit destilliertem Wasser aus. Wenn nötig, erwärmt man dabei noch einmal die Schale gelinde. Nun wird die Kieselsäure abfiltriert. Dann setzt man der Lösung zunächst Ammoniak zu. Sollte sich

dabei eine Trübung bilden (wenn das Mineral zufällig etwas Eisenoxyd oder Tonerde enthielt), so muß diese durch Filtrieren entfernt werden. Wenn man nunmehr eine Lösung von Natriumphosphat zugießt, so erhält man einen weißen Niederschlag von Ammoniummagnesium-phosphat. (In Ermangelung von Natriumphosphat kann man übrigens Phosphorsalz benutzen.) Da jedoch diese Lösung auch in Kalklösungen einen weißen Niederschlag hervorruft, so muß man sich zuvor überzeugen, daß in der Mineralauflösung kein Kalk enthalten ist. Dies geschieht, indem man oxalsaures Ammoniak zusetzt. Enthielte die Lösung Kalk, so würde jetzt ein Niederschlag oder mindestens eine Trübung entstehen. Dieser Niederschlag müßte abfiltriert werden. Die Lösung würde auf diese Weise vom Kalk befreit. In unserm Falle wird kein Niederschlag entstehen, wenn nicht eine zufällige Verunreinigung des Talkes einen solchen veranlaßt. Die Tatsache, daß die Lösung klar bleibt, ist der Beweis dafür, daß sie kalkfrei ist. Erst jetzt wird Natriumphosphat hinzugefügt. Es entsteht ein weißer Niederschlag, der nunmehr auf Magnesia hinweist.

Übrigens kann der Niederschlag mit Kobaltlösung nachgeprüft werden. Es ergibt sich dabei die überraschende Tatsache, daß die Färbung nicht rein rot, sondern mehr violett erscheint. Schuld daran ist die Phosphorsäure, die die Färbung beeinflußt.

Die Kobaltlösung findet noch eine wichtige Anwendung zur Erkennung des Zinks. Als Versuchsmineral benutzen wir die **Zinkblende.** Zinkblende ist

die Schwefelverbindung des Zinks. Sie hat keinen metallischen Habitus (S. 6), sondern sieht meist rotbraun aus, ist durchsichtig und hat oft ausgezeichneten Diamantglanz.

Die Zinkblende ist unschmelzbar; beim Glühen zerspringt sie leicht, ohne sich übrigens zu verändern.

Man glüht sie nun mit Soda auf Kohle. (Der Sodazusatz ist bei diesem Mineral schon wegen des fortwährenden Zerspringens kaum zu entbehren.) Dabei bildet sich Hepar und außerdem ein Beschlag. Dieser Beschlag sieht zunächst gelb aus, wird aber während der Abkühlung weiß. Er besteht aus Zinkoxyd. Ein Metallkorn entsteht nicht. Das Zink hat nämlich die Eigentümlichkeit, daß es sich in der Hitze leicht verflüchtigt. Dies ist natürlich auch in der Stichflamme geschehen. Das Metall wird dabei durch die atmosphärische Luft sogleich oxydiert, und das Oxyd setzt sich auf der Kohle ab. Damit hängt auch zusammen, daß sich der Beschlag nicht unmittelbar bei der Probe befindet, sondern etwas weiter entfernt. Der Beschlag läßt sich nicht vertreiben, weil das Zinkoxyd nicht durch die Lötrohrflamme zu Zink reduziert wird. (Vgl. S. 17.)

Den Beschlag betropft man mit Kobaltlösung und behandelt ihn darauf mit der Oxydationsflamme. Sogleich färbt er sich schön grün. Diese Grünfärbung ist für Zink bezeichnend.

Sechster Abschnitt.

Untersuchung der Gesteine.

Dem Anfänger sind von Gesteinen nur die zur Untersuchung zu empfehlen, an denen schon äußerlich ihre Mineralbestandteile unterschieden werden können, also groß- bis mittelkörnige Granite, Diorite, Syenite usw. und porphyrische Gesteine mit nicht zu kleinen Kristalleinschlüssen. Kleinkörnige oder gar dichte Gesteine scheidet er besser ganz aus.

Die Untersuchung der Gesteine mit dem Lötrohre nimmt folgenden Verlauf: Ein kleineres (nußgroßes) Gesteinsstück wird zerschlagen. Zu diesem Zwecke wickelt man es am besten in Papier oder Leinwand ein und schlägt einigemale mit dem Hammer darauf. Das zerkleinerte Gestein wird auf einem Blatte Papier ausgebreitet. Dann nimmt man die Lupe in die linke, die Pinzette in die rechte Hand und sucht möglichst viele Körner desselben Minerals zusammen. Dabei ist genau darauf zu achten, daß jedes Korn durchaus gleichartig sein muß. Kleine Anhängsel von anderen Mineralen entfernt man so sorgfältig wie möglich mit einer Nadel. Bei großen Körnern darf man nie unterlassen, sie mit der Zange durchzubrechen, da sie im Innern leicht fremde Einschlüsse enthalten können. — Dieses

Ausklauben ist eine Arbeit, die sehr viel Geduld und peinliche Sorgfalt erfordert. Eine Achtlosigkeit kann die ganze Untersuchung wertlos machen. Das muß man sich immer gegenwärtig halten. Hat man daher die gewünschte Menge eines Minerals zusammengebracht, so sehe man sie noch einmal mit der Lupe durch und scheide jedes unreine Stück aus. Erst dann gehe man an die Untersuchung.

Die häufigsten Minerale der Massengesteine sind: Orthoklas, Plagioklas, Quarz, Kaliglimmer, Magnesiaglimmer, Augit und Hornblende. Die Untersuchung dieser Minerale soll hier kurz besprochen werden.

1. **Orthoklas** (Kalifeldspat). Nachzuweisen sind: Kali, Tonerde und Kieselsäure. Der Orthoklas schmilzt schwer (nur in feinen Splittern) und färbt dabei die Flamme violett. Durch diese Färbung verrät sich bereits die Gegenwart von Kali. Die Flammenprobe wird nochmals am Platindrahte (S. 40) ausgeführt. Da der Orthoklas jedoch zumeist kleine Mengen von Natron enthält, so zeigt sich zumeist die gelbe Natriumflamme, durch die die violette Kaliumflamme völlig verdeckt wird. (Vgl. S. 48.) Dann beobachtet man die Flamme durch ein blaues Kobaltglas. Die Natriumflamme erscheint dann einfach blau, die Kaliumflamme aber violett, und zwar tritt sie auch dann deutlich hervor, wenn für das bloße Auge nur die gelbe Natriumflamme zu sehen war. — Als Kontrollprobe dient folgende Untersuchung: Eine Boraxperle wird durch Nickeloxyd braun gefärbt. Dann fügt man Orthoklas hinzu und glüht nochmals. Die Farbe der Perle geht darauf in Blau über. Diese Probe

ist für Kalium sehr bezeichnend. Die Untersuchung auf Tonerde geschieht dadurch, daß man die Schmelzkante eines Orthoklassplitters mit Kobaltlösung befeuchtet und nochmals glüht. Die geglühte Stelle färbt sich blau. Der Gehalt an Kieselsäure wird aus dem Kieselskelett in der Phosphorsalzperle erkannt. Orthoklas wird von Säuren nicht angegriffen. (Nachprüfen! S. 55.) Zur Nachprüfung auf nassem Wege wird deshalb das Mineral mit Soda aufgeschlossen, in Salzsäure gelöst, eingedampft und wieder gelöst (S. 55). Dann wird mit Ammoniak die Tonerde ausgefällt. (Nachprüfen mit Kobaltlösung!) Bei roten Orthoklasen fällt das Ammoniak zugleich braunes Eisenhydroxyd aus. (Nachprüfen mit der Boraxperle!)

2. **Plagioklas.** (Kalknatronfeldspat). Nachzuweisen sind: Natron, Kalk, Tonerde und Kieselsäure. — Es gibt eine ganze Reihe von Plagioklasen. Die Endglieder dieser Reihe sind der reine Natronfeldspat, der Albit, und der reine Kalkfeldspat, der Anorthit. Alle andern Glieder der Reihe sind Mischungen beider Substanzen in allen möglichen Verhältnissen, so daß von einem Endgliede zum andern ein ganz allmählicher Übergang stattfindet. Dem Albit nahe steht z. B. der Oligoklas, dem Anorthit nahe der **Labrador.**

Die Unterscheidung der einzelnen Plagiaklase gelingt durch die chemische Untersuchung allein nicht sicher. Im allgemeinen läßt sich sagen: die natronreichen Plagioklase (Albit, Oligoklas usw.) geben beim Schmelzen sehr deutlich die gelbe Natriumflamme, die kalkreichen (Anorthit, Labrador usw.) wenig oder nicht. Geglüht

reagieren die kalkreichen stark alkalisch, die andern nur schwach. Die natronreichen werden von Säuren nicht angegriffen; die kalkreichen werden um so stärker angegriffen, je mehr Kalk sie enthalten.

Die Plagioklase schmelzen schwer; dabei färben die natronreichen die Flamme gelb. Bei der Flammenprobe (S. 40) erhält man auch bei natronärmeren immer nur die gelbe Natriumflamme deutlich. Das geglühte Pulver reagiert alkalisch und zwar um so stärker, je kalkreicher der Plagioklas ist. Alle Plagioklase geben in der Phosphorsalzperle das Kieselskelett.

Von Salzsäure werden die meisten Plagioklase nicht oder kaum angegriffen. Labrador wird größtenteils, Anorthit völlig zersetzt. Die Lösung enthält Kalk und Tonerde, und beim Labrador außerdem Natron. Das Natron kann durch die Flammenprobe nachgewiesen werden. Die Tonerde wird mit Ammoniak ausgefällt und abfiltriert; darauf wird der Kalk mit oxalsaurem Ammoniak niedergeschlagen. — Die Plagioklase, die nicht von Salzsäure zersetzt werden, schließt man erst mit Soda auf, ehe man die vorstehende Untersuchung vornimmt. (Die Flammenprobe fällt natürlich fort.)

3. **Quarz.** Der Quarz ist freie Kieselsäure. Er kann meist schon ohne chemische Untersuchung an seiner Härte (7, funkt am Stahle) und an seinem Fettglanz erkannt werden. Fettglanz ist die Art des Glanzes, die ein mit Fett eingeriebener Gegenstand zu zeigen pflegt. Der Quarz ist unschmelzbar. Seine Splitter verändern sich auch im strengsten Feuer nicht. Schmelzt man ihn mit Soda auf Kohle oder Platinblech, so löst er sich unter

Aufbrausen auf, weil die freie Kieselsäure die Kohlensäure austreibt. Mit Ätzkali auf Platinblech geschmolzen gibt er (nach anhaltendem Glühen) eine wasserlösliche Masse (Kaliumsilikat, Wasserglas). Löst man diese auf und fügt Chlorammonium (Salmiak) hinzu, so entsteht ein reichlicher weißer Niederschlag von Kieselerdehydrat. Glüht man das Quarzpulver mit Kobaltlösung (Für sich glühen; anfeuchten; abermals glühen! S. 50) so färbt es sich blau. Dieses Blau ist viel weniger lebhaft als das der Tonerde und unterscheidet sich von diesem überdies durch einen Stich ins Rote. Enthält der Quarz Eisenverbindungen (die satt rot oder grün gefärbten Abarten), so geben die Boraxperle und die Phosphorsalzperle die Eisenfarbe, und die letztere enthält außerdem den ungelösten Quarzsplitter als Kieselskelett.

4. **Glimmer.** Die Glimmer sind hinreichend charakterisiert durch ihre ausgezeichnete Spaltbarkeit. Man kann in der Regel an Handstücken massiger Gesteine leicht äußerst dünne Blättchen mit dem Taschenmesser abheben. Diese Blättchen sind elastisch biegsam, d. h. sie lassen sich leicht biegen und schnellen dann in ihre Form zurück. Legt man ein Blättchen auf ein Stück Pappe, setzt eine Stopfnadel auf und schlägt mit einem kleinen Hammer kurz darauf, so entstehen gradlinige Sprünge, die einen sechsstrahligen Stern (✳) bilden, die sog. „Schlagfigur". — Die beiden wichtigsten Glimmerarten sind der Kaliglimmer (Muskovit und der Magnesiaglimmer (Biotit). Der erstere ist hellfarbig: silberweiß, gelblich, grünlich usw., der letztere dunkelfarbig: schwarz, schwarzgrün, schwarzbraun usw.

Nachzuweisen sind beim Kaliglimmer: Kali, Tonerde und Kieselsäure, beim Magnesiaglimmer: Magnesia, Eisenoxydul, Tonerde und Kieselerde.

Beide Glimmer sind schwer schmelzbar. Geglüht reagiert der Biotik stark alkalisch, der Muskovit wenig oder nicht. Den Kaligehalt des Muskovites weist man nach durch die Flammenprobe und durch die Nickeloxydperle. (Vgl. S. 60.) In der Phosphorsalzperle geben beide Glimmer das Kieselskelett; der Biotit erteilt außerdem den Perlen die Eisenfarbe. Von Säuren wird der Muskovit nicht angegriffen. Der Biotit wird von Schwefelsäure nach längerem Kochen völlig zersetzt. Es bleibt dann die Kieselsäure ungelöst zurück, während Eisenoxydul (unter Umwandlung in Eisenoxyd), Tonerde und Magnesia in der Lösung enthalten sind. Die beiden ersten werden durch Ammoniak ausgefällt, die Magnesia durch phosphorsaures Natron (S. 57). Nachprüfen mit Kobaltlösung. — Der Muskovit muß erst mit Soda aufgeschlossen werden, ehe er auf Tonerde untersucht werden kann.

Viele Glimmer enthalten Spuren von Fluor. Fluor kann in der Regel an seinen Ätzwirkungen auf Glas erkannt werden. Bei so geringen Mengen, wie in den Glimmern enthalten sind, sind diese niemals deutlich, und es empfiehlt sich daher folgende Flammenprobe: Man mengt Kaliumbisulfat mit Borax, macht einen Platindraht glühend und taucht ihn in das Gemenge. Dieses wird dann zusammengeschmolzen. Dabei tritt keine Grünfärbung der Flamme ein, wenn beide Salze rein sind. Bringt man aber fluorhaltigen Glimmer in die

Schmelzperle, so färbt sich die Flamme lebhaft gelblichgrün. Unter der Einwirkung des Fluors wird nämlich die Borsäure des Borax aus ihrer Verbindung befreit, und sie ist die Ursache für die Grünfärbung der Flamme. — Diese Probe dient umgekehrt zum Erkennen der Borsäure. (S. S. 82.)

4. **Augit und Hornblende.** Beide Minerale stimmen chemisch völlig überein. Sie sind eisenhaltige Kalkmagnesiasilikate, die zuweilen noch Tonerde und Natron enthalten. — Beide schmelzen ziemlich leicht, manchmal ruhig, manchmal unter Blasenwerfen zu einem schwarzen Glase; bei hellfarbigen Varietäten pflegt auch das Glas hellfarbig zu sein. Die Perlen zeigen die Eisenfarbe; die Phosphorsalzperle außerdem das Kieselskelett. Beide Minerale werden von Phosphorsalz nur schwer gelöst und bedürfen daher einer langen Behandlung vor dem Lötrohre. — Das Pulver reagiert nach dem Glühen stark alkalisch. — Die hellfarbigen Arten werden nach dem Glühen auf Kohle durch Kobaltlösung rotgefärbt. — Die Flammenprobe ergibt die gelbe Natriumflamme, wenn Natrium zugegen ist, sonst die gelbrote Kalziumflamme. — Von Salzsäure werden beide Minerale angegriffen, ohne zersetzt zu werden. — Wird die Probe mit Soda aufgeschlossen und in Salzsäure gelöst, so bringt Ammoniak in der Lösung einen Niederschlag von braunem Eisenhydroxyd hervor. Nachdem dieser abfiltriert ist, weist man den Kalkgehalt durch oxalsaures Ammoniak nach und nach abermaligem Filtrieren stellt man die Magnesia durch Behandlung mit phosphorsaurem Natron fest.

Augit und Hornblende sind vor dem Lötrohr nicht unterscheidbar. Sie unterscheiden sich durch ihre Spaltbarkeit. Im allgemeinen ist die Hornblende leichter spaltbar als der Augit. Glatte, ebene Spaltflächen von größerer Ausdehnung lassen in der Regel auf Hornblende schließen, unebenbegrenzte, stengelige Bruchstücke dagegen auf Augit. Wichtiger aber ist folgendes: Beide Minerale sind prismatisch spaltbar, d. h. sie sind spaltbar parallel den Prismenflächen. Sie zeigen also zweierlei Spaltflächen. Diese bilden beim Augit einen rechten Winkel (genauer 87° und 93°), bei der Hornblende aber einen stumpfen Winkel oder dessen Supplement (124° und 56°).

Schlußbemerkungen.

Bisher ist dem Praktikanten jeder Handgriff genau vorgeschrieben worden. Ohne eignes Suchen und Sinnen hat er sich der Führung des Buches anvertrauen können. Doch das Buch will ja zu selbständiger Untersuchung der Mineralien anleiten. Daher sollen noch einige Bemerkungen über die ferneren Übungen folgen.

Den Übergang zur Selbständigkeit möge die Untersuchung solcher Minerale bilden, die nur aus Stoffen bestehen, deren Nachweis in den vorstehenden Kapiteln dargestellt worden ist. Dabei muß gleich der erste Teil der Übung, die Feststellung der Schmelzbarkeit, ganz selbständig geführt werden; denn diese Eigenschaft kann aus der chemischen Zusammensetzung nicht erschlossen werden. Doch kann man sich leicht von der Richtigkeit oder Unrichtigkeit der eignen Beobachtung überzeugen, da die meisten größeren Lehrbücher der Mineralogie bei jedem Mineral eine Angabe über die Schmelzbarkeit bringen. Dann untersucht man das Mineral auf seine einzelnen Bestandteile in der vorn angegebenen Weise.

Ein Beispiel mag die Ausführung einer solchen Untersuchung erläutern. Nehmen wir an, der Kupfervitriol sei als Gegenstand der Übung ausersehen wor-

den. (In Ermangelung des natürlichen Minerals kann man sich des künstlichen Salzes bedienen.)

Wir beginnen mit der Feststellung der Schmelzbarkeit. Es ergibt sich, daß das Mineral leicht schmilzt.

Dann folgt die chemische Untersuchung. Da Kupfervitriol wasserhaltiges Kupfersulfat ist, so sind Wasser, Kupfer und Schwefelsäure nachzuweisen.

Nachweis des Wassers im Glasrohr (S. 32).

Nachweis des Kupfers: Mit Soda auf Kohle Kupferkorn (S. 22). (Daneben Hepar!) — Boraxperle im Oxydationsfeuer heiß grün, kalt blau, im Reduktionsfeuer braunrot und undurchsichtig (S. 34). Die Phosphorsalzperle zeigt die gleichen Erscheinungen. — Flammenfärbung grün, auf Zusatz von Salzsäure blau (S. 46.) — Kupfervitriol ist wasserlöslich. Die Lösung wird durch Ammoniak kobaltblau gefärbt (S. 22). Man nehme sie daher nicht zu konzentriert (hellblau), damit man trotz der blauen Farbe der Lösung das Blauwerden konstatieren kann. — Taucht man in die angesäuerte Lösung blankes Eisen, so überzieht es sich mit Kupfer (S. 23).

Nachweis der Schwefelsäure: Heparprobe (S. 14). — In der Lösung ruft Chlorbaryum einen weißen Niederschlag hervor (S. 40).

In ähnlicher Weise können untersucht werden: Schwefelkies, Eisenspat, Malachit, Witherit, Strontianit, Alunit, Bittersalz, Steinsalz (Kochsalz) u. a.

Einen weiteren Schritt vorwärts führt die Untersuchung solcher Minerale, die man bereits kennt, deren chemische Zusammensetzung also bekannt ist, deren Be-

standteile man aber noch niemals durch Untersuchung festgestellt hat. — Man schlägt dann im alphabetischen Verzeichnis (S. 80) nach, auf welche Weise die einzelnen Bestandteile erkannt werden können und führt nach den Angaben, die man dort findet, die Untersuchung aus. Dabei ist es nicht unbedingt erforderlich, daß man alle Untersuchungen ausführt, die dort angegeben sind. Im allgemeinen begnügt man sich in der Praxis damit, die erste Feststellung eines Bestandteils durch eine zweite oder durch eine zweite und eine dritte zu kontrollieren, um jede Täuschung auszuschließen. Von dieser Regel mache man indessen nicht allzufrüh Gebrauch; für den Anfänger ist es immerhin sehr wichtig, daß er die Untersuchung so vielseitig wie möglich ausführt, um möglichst viele Erfahrungen zu sammeln.

Für die völlig selbständige Untersuchung kommt neben dem alphabetischen Verzeichnis auch noch die Übersicht auf S. 77 zur Anwendung. Es sind darin die Erscheinungen angeführt, die sich bei der Untersuchung ergeben, und es ist dabei angegeben, auf welche Elemente sie hindeuten. Es sind allerdings in dieser Übersicht wie auch im alphabetischen Verzeichnis nur die wichtigsten Elemente angeführt. Denn sonst würden die beiden Tabellen zu kompliziert und unübersichtlich sein. Wer schon so weit vorgeschritten ist, daß er schwierigere Untersuchungen ausführen kann, der möge zu größeren Werken greifen.

Über die Ausführung der Untersuchung sei folgendes bemerkt. Man stellt zuerst die Schmelzbarkeit fest, indem man einen Splitter in der Pinzette erhitzt. Da-

bei achtet man bereits darauf, ob sich charakteristische Nebenerscheinungen zeigen (Flammenfärbung, Geruch, Spritzen usw.) Den geglühten Splitter untersucht man auf die alkalische Reaktion. Dann erhitzt man das Mineral für sich auf Kohle. Dabei kann sich mancherlei ergeben, was schon deutlich auf bestimmte Elemente hinweist. Darauf erhitzt man das Mineral abermals auf Kohle, diesmal aber mit einem Zusatz von Soda. Manche Reaktionen, die vorher nur undeutlich hervortraten, werden dadurch deutlicher. Zugleich benutzt man den Versuch zur Heparprobe. Hierauf macht man die Flammenprobe, und schließlich stellt man fest, welche Wirkung das Mineral auf Borax- und Phosphorsalzperle ausübt. — Den nassen Weg eröffnet man damit, daß man feststellt, ob das Mineral wasserlöslich ist und wie es sich gegen Säuren verhält. Bei dieser letzten Untersuchung bedient man sich in der Regel der Salzsäure; nur bei einer kleineren Anzahl von Mineralen, vorwiegend bei solchen mit metallischen Habitus, ist oft Salpetersäure vorzuziehen. Der nasse Weg wird fast immer nur zu Kontrollversuchen benutzt; deshalb richtet sich seine Ausgestaltung ganz nach den Ergebnissen, die die Lötrohruntersuchung bereits gehabt hat.

Bei jeder einzelnen Prozedur zeigen sich mehr oder minder deutliche Erscheinungen, die auf ein bestimmtes Element oder auch auf mehrere hindeuten. Diese Fingerzeige benützt man für die weitere Untersuchung. Zu dieser gibt das alphabetische Verzeichnis die weitere Anleitung.

Ein Beispiel mag den Gang einer Untersuchung erläutern. Vor uns liegt ein Mineral, das metallischen Habitus hat. Es sieht bleigrau aus und besteht aus langen Kristallnadeln. — Vor dem Lötrohre schmilzt es leicht. Dabei zeigt sich ein weißes Rauchwölkchen und Schwefelgeruch. Erhitzen wir auf Kohle, so erhalten wir wieder den Schwefelgeruch und einen starken weißen Beschlag. Nach der Übersicht (S. 77) deutet der Geruch auf Schwefel, der weiße Beschlag auf Antimon oder Arsen. Über diese beiden Elemente lesen wir im alphabetischen Verzeichnis nach. Aus diesem erfahren wir, daß der Arsenbeschlag weit von der Probe entfernt ist. Da unser Beschlag unmittelbar an die Probe angrenzt, so spricht dieses Anzeichen gegen Arsen. Gegen Arsen spricht auch das Fehlen des charakteristischen Knoblauchgeruches. Dieser könnte allerdings durch den Schwefelgeruch verdeckt worden sein. Wir wiederholen den Versuch mit Soda, um die Heparprobe zu machen. Auch jetzt tritt noch kein Knoblauchgeruch hervor, obgleich der Schwefel doch größtenteils gebunden ist. (Wer ganz sicher gehen will, der mag nochmals die Probe auf Kohle behandeln unter Hinzufügung von Soda und Bleiglätte. Jetzt müßte der Knoblauchgeruch kräftig bemerkbar sein; es ist aber wieder nicht der Fall). Nun machen wir die Heparprobe, durch die die Anwesenheit von Schwefel bestätigt wird. Dann nehmen wir nach den Angaben des Verzeichnisses den Antimonrauchversuch auf Kohle und im Glasrohr vor. Hierdurch wird die Anwesenheit des Antimons sicher festgestellt. Unser Mineral ist also Schwefelantimon. Für die Schwefelverbindungen des Antimons

ist nun im Verzeichnis noch ein wichtiges Erkennungszeichen angegeben: „Die Schwefelverbindungen des Antimons werden von kochender Kalilauge erst rotgelb gefärbt und dann aufgelöst; aus dieser Auflösung scheidet Salzsäure rotgelbe Flocken aus." Wir führen den Versuch aus, und auch er bestätigt die Richtigkeit unseres Untersuchungsergebnisses.

Da bei der ganzen Untersuchung nichts auf die Anwesenheit eines weiteren Elementes hinweist, so könnten wir hier abbrechen. Immerhin mag noch die Einwirkung des Minerals auf die Perlen untersucht werden. Es ergibt sich dabei, daß in der Reduktionsflamme die Perlen zunächst grau werden, nach längerem Blasen aber gänzlich farblos erscheinen. Dieses Verhalten weist in unserm Falle auf Antimon hin (Vgl. S. 78). Andere färbende Schwermetalle fehlen im Mineral. Das Mineral ist also Schwefelantimon, Antimonit oder Grauspießglanzerz. Zum Schluß überzeugen wir uns nach einem guten Lehrbuche der Mineralogie, daß auch die äußeren Kennzeichen auf dieses Mineral hinweisen.

So einfach geht die Untersuchung freilich nicht immer ab. Insbesondere ergeben sich oft dadurch Schwierigkeiten, daß mehrere Elemente nebeneinander vorkommen, von denen das eine die Reaktionen des andern stört, also etwa zwei, die beide Perlenfärbungen hervorrufen oder die beide, auf Kohle erhitzt, Geruch verbreiten oder die beide die Flamme färben usw. Dann muß man nach solchen Kennzeichen suchen, die dem einen Elemente eigen sind und die nicht von einem andern beeinträchtigt werden. — Einige Unter-

suchungen dieser Art sollen hier in Kürze noch vorgeführt werden.

Nehmen wir an, in einem Mineral seien gleichzeitig Eisen und Kupfer enthalten. Dann wird die beste Eisenreaktion, die Färbung der Perlen, versagen. Denn welche Flamme man auch anwendet, immer wird die Perle gleichzeitig von Eisen und Kupfer gefärbt. Das Kupfer kann man dann leicht durch die Flammenprobe oder durch den Kupferregulus nachweisen; aber der Nachweis des Eisens bereitet Schwierigkeit. Nun wissen wir aber, daß Kupfer zu einem Regulus reduzierbar ist und Eisen nicht. Daraus ergibt sich die Möglichkeit einer Trennung. Die in der Reduktionsflamme erzeugte Perle ist tatsächlich durch das Eisen flaschengrün gefärbt; allein diese Farbe wird verdeckt durch das ausgeschiedene feste Kupferoxydul. Um sie sichtbar zu machen, müssen wir dieses entfernen. Das geschieht dadurch, daß wir die Perle aus der Öse nehmen und auf Kohle im Reduktionsfeuer erhitzen. Dann sondert sich das Kupfer in Gestalt eines Regulus völlig aus. Die übrige Masse der Perle wird dann wieder in die Öse gebracht und in der Stichflamme von der anhaftenden Kohle befreit. Ist sie klar geworden, so zeigt sie nur noch die Eisenfarbe. — Auf nassem Wege führt Ammoniak die Scheidung herbei. Ammoniak färbt Kupferlösungen blau und fällt das Eisen als Hydroxyd aus. Wir erhalten also eine blaue Lösung und einen braunen, flockigen Niederschlag. Wir trennen beide durch Filtrieren und untersuchen sie für sich weiter.

Ein weiteres Beispiel: Es sind gleichzeitig vorhanden

Eisen und Tonerde. Das Eisen kann in diesem Falle leicht erkannt werden (Boraxperle), aber die Reaktionen der Tonerde werden gestört. Die Blaufärbung durch Kobaltlösung gelingt nicht, und aus der Lösung fällt Ammoniak beide Stoffe gleichzeitig. Doch ist auf nassem Wege eine Trennung möglich. In Kalilauge ist nämlich Tonerde löslich, während das Eisen unlöslich ist und daher ausgefällt wird. Wir verwenden also statt des Ammoniaks Kalilauge. Durch diese wird das Eisen ausgefällt, während die Tonerde gelöst bleibt. Der Niederschlag wird abfiltriert. Aus der Lösung wird die Tonerde ausgeschieden durch Chlorammoniumlösung (Salmiak), und der Niederschlag von Tonerdehydrat kann nun mit Kobaltlösung geprüft werden.

Endlich nehmen wir an, daß gleichzeitig vorhanden sind Blei und Silber. Der auf Kohle erhaltene Regulus ist eine Mischung beider Metalle. Erhitzt man ihn lange im Oxydationsfeuer, so wird das Blei allmählich völlig oxydiert, das Silber bleibt als weißes, glänzendes Metallkügelchen zurück und kann für sich auf nassem Wege untersucht werden.

Das sind einige Beispiele! Der Leser findet in diesem Buche noch an verschiedenen Stellen Angaben über die Ausführung solcher Trennungen (z. B. Mangan und Eisen S. 36, Kalk und Magnesia S. 57 usw.). Übrigens hilft auch die praktische Erfahrung aus manchen Schwierigkeiten dieser Art heraus.

Von großer Wichtigkeit ist, daß man bei der Untersuchung so sorgfältig wie möglich beobachtet. Oft treten Flammenfärbungen oder Beschläge auf Kohle

oder Perlenfärbungen nacheinander auf, weil manche Metalle leichter oxydieren oder leichter reduziert werden als andere. Das muß man genau beachten! Und wenn man sich an gewissenhafte Beobachtung gewöhnt, dann kommt man auch leicht über manche Schwierigkeit hinweg.

Vor allem darf man eins nicht vergessen: Bei den Mineralen ist die Betrachtung der äußeren Erscheinung ein ausgezeichnetes Hilfsmittel der Untersuchung. Es ist z. B. schon darauf hingewiesen worden (S. 40), daß zum Nachweis der Schwefelsäure nicht selten die Heparprobe genügt, weil schon das Äußere des betreffenden Minerals zeigt, daß es ein Sulfat und keine Schwefelverbindung ist. Ja, manchmal ist die Betrachtung der äußeren Erscheinung geradezu unentbehrlich. So können z. B. Buntkupfererz und Kupferkies vor dem Lötrohre nicht unterschieden werden, während die Unterscheidung dem Aussehen nach gar nicht schwer ist. Ähnlich ist es mit Augit und Hornblende (S. 65) und vielen andern Mineralen.

Und nun zum Schluß! „Aller Anfang ist schwer." Das wird auch der Leser erfahren, wenn er nach dem Büchlein praktische Übungen anstellt. Dann möge er nicht vergessen, daß nur der Anfang schwer ist, und er möge sich durch Mißerfolge nicht abschrecken lassen, die Übungen fortzusetzen. Denn „Übung macht den Meister", auch den Meister des Lötrohrs!

Literatur.

Für weitergehende Studien auf dem Gebiete der Lötrohruntersuchungen seien folgende Bücher empfohlen:

Plattner, Probierkunst mit dem Lötrohre,

Hirschwald, Anleitung zur systematischen Lötrohranalyse,

Kerl, Leitfaden bei qualitativen und quantitativen Lötrohruntersuchungen.

Wem es besonders auf das Bestimmen von Mineralien ankommt, der benutze:

Kobell, Tafeln zur Bestimmung der Mineralien.

Für das Studium der Untersuchung auf nassem Wege ist besonders geeignet:

Rammelsberg, Leitfaden für die qualitative chemische Analyse.

Übersicht über das Verhalten der Körper vor dem Lötrohre.

1. **Auf Kohle:**

Infiltration (Eindringen in die Kohle): Alkalien, Baryt, Strontian.

Geruch: schweflig: Schwefel; nach Knoblauch: Arsen.

Es strahlen Licht aus: Alkalische Erden und Erden.

Metallkorn ohne Beschlag (leichter nach Zusatz von Soda): Gold, Silber, Kupfer.

Magnetisches Pulver: Eisen, Nickel, Kobalt.

Beschlag mit oder ohne Metallkorn (leichter nach Zusatz von Soda):

gelb: Blei.
heiß gelb, kalt weiß: Zink, Zinn.
rotbraun: Silber.
weiß: Arsen, Antimon.

2. **Mit Soda auf Platinblech:**

Unter Brausen löslich: Kieselsäure.

Blaugrüne Schmelze: Mangan.

3. **Auf Kohle mit Kobaltsolution:**

Blau: Tonerde, Kieselsäure.

Rot: Magnesia.

Grün: Zink, Zinn.

4. **Flammenfärbung:**

Gelb: Natrium.

Violett: Kalium.

Rot: Strontium (purpurrot), Kalzium (gelblichrot), Lithium (karminrot).

Grün: Kupferoxyd (grasgrün), Baryt (gelbgrün), Borsäure (gelbgrün), Phosphorsäure (bläulichgrün; sehr flüchtig).

Blau: Chlorkupfer (azurblau), Arsen (hellblau), Blei (auf Kohle, tiefblau).

5. **Boraxperle.**

a) In der Oxydationsflamme:

Gelb: Eisenoxyd, wenn manganhaltig rötlichgelb (heiß rot).

Braunrot: Nickeloxyd (heiß violett).

Violettrot (amethystfarbig): Manganoxyd (heiß violett).

Blau: Kobaltoxydul (smalteblau);
Kupferoxyd (himmelblau, heiß grün).

Grün: Chromoxyd.

b) In der Reduktionsflamme:

Blau: Kobaltoxydul (smalteblau).

Grün: Eisenoxyd (flaschengrün); Chromoxyd (smaragdgrün).

Rot (undurchsichtig): Kupferoxyd.

Grau: Silber, Blei, Zink, Nickel, Antimon. (Die Perle wird bei fortgesetztem Blasen farblos.)

6. **Phosphorsalzperle.**

a) In der Oxydationsflamme:

Unlöslicher Rest (Skelett): Kieselsäure.

Gelb: Eisenoxyd (heiß rot); bei schwacher Sättigung farblos (heiß gelb). Nickeloxydul (heiß rötlich).

Rot: Manganoxyd (hellkarminrot).

Blau: Kobaltoxydul (smalteblau); Kupferoxyd (himmelblau; heiß grün).

Grün: Chromoxyd (smaragdgrün).

b) In der Reduktionsflamme:

Unlöslicher Rest (Skelett): Kieselsäure.

Blau: Kobaltoxydul (smalteblau).

Grün: Eisenoxyd (flaschengrün; heiß gelb bis rot); Chromoxyd (smaragdgrün).

Rot (undurchsichtig): Kupferoxyd.

Grau (trübe): Silber, Blei, Zink, Nickel, Antimon. (Die Perle wird bei fortgesetztem Blasen farblos.)

Alphabetisches Verzeichnis
der wichtigsten chemischen Bestandteile der Mineralien.

Aluminium.

Wird mit Kobaltlösung geglüht schön blau (S. 50). Diese Färbung erscheint nicht, wenn Schwermetalle zugegen sind (S. 50). — Tonerdesilikate werden aufgeschlossen und mit Ammoniak behandelt (S. 51). — Sind andere Basen zugegen (Eisenoxyd usw.), so wendet man statt des Ammoniaks Kalilauge an. Diese fällt das Eisenoxyd aus, hält aber die Tonerde gelöst. Diese kann dann durch Salmiak (Chlorammonium) als weiße flockige Masse ausgefällt werden. (Nachprüfen mit Kobaltlösung.) (S. 51.)

Antimon.

Gibt beim Schmelzen einen weißen Rauch (Antimonrauch) und auf der Kohle besonders nach Zusatz von Soda einen starken, weißen, am Rande bläulichweißen Beschlag dicht bei der Probe. Den Antimonrauch sieht man am besten, wenn man die glühende Mineralmasse von der Kohle auf die Erde fallen läßt. Im Augenblick des Fallens zeigt sich ein weißes Rauchwölkchen. — Gibt auch im offenen Glasrohr einen weißen Beschlag. — Der Beschlag auf Kohle wird durch Kobaltlösung schmutzig-grün gefärbt. — Die Schwefelverbindungen des Antimons werden von kochender

Kalilauge erst rotgelb gefärbt und dann aufgelöst; aus dieser Auflösung scheidet Salzsäure rotgelbe Flocken aus.

Arsen.

Gibt auf Kohle erhitzt (besonders auf Zusatz von Soda) einen deutlichen Knoblauchsgeruch und einen weißen oder graulichen Beschlag. Dieser ist weit von der Probe entfernt. Er kann durch Behandlung mit der Reduktionsflamme verflüchtigt werden, wobei sich die Flammenspitze hellblau färbt. — Man mischt die Substanz mit der dreifachen Menge Holzkohlenpulver und erhitzt das Gemenge im geschlossenen Glasrohr langsam bis zur Rotglut. Oberhalb der Probe zeigt sich ein schwarzer, metallischer Beschlag im Glasrohr. — Gibt im offenen Glasrohr erhitzt einen weißen, kristallinen Beschlag. — Man schmelzt die Probe mit der sechsfachen Menge Salpeter auf Platinblech, laugt die Schmelze mit kochendem destillierten Wasser aus, kocht sie etwas ein und fügt Schwefelammonium hinzu: es entsteht ein gelber Niederschlag. Oder man fügt statt des Schwefelammoniums etwas Essigsäure und ein Bröckchen Höllenstein hinzu: dieses bedeckt sich dann mit einer rotbraunen Masse. — Enthält ein Mineral außer Arsen auch Schwefel, so verdeckt der Schwefelgeruch den Arsengeruch völlig. Um diesen dennoch zu erhalten, mischt man die Substanz mit einem Teile Bleiglätte und drei Teilen Soda und erhitzt das Gemenge auf Kohle.

Baryum.

Grünfärbung der Flamme (S. 43). — Aus Lösungen durch H_2SO_4 oder Gipslösung sofort gefällt (wie Strontium S. 43). — Ist das Bayrum in Silikaten vorhanden, so werden diese erst aufgeschlossen. Das Baryum wird mit Schwefelsäure ausgefällt, mit Salzsäure aufgekocht, dann mit Alkohol übergossen und entzündet: die Flamme sieht grün aus.

Beryll.

Kann wie Tonerde durch Ammoniak ausgefällt werden und ist auch in HKO löslich. Unterscheidet sich von der Tonerde dadurch, daß es auch in kohlensaurem Ammoniak löslich ist, während diese darin unlöslich ist und damit ausgefällt werden kann. Kocht man die Lösung ein, so erhält man Beryllkarbonat. Dieses macht die Perlen trübe und weiß und wird auf Kohle durch Kobaltlösung bläulichgrau gefärbt.

Blei.

Bleikorn und gelber Beschlag (S. 16). — Aus Lösungen fällt Kaliumbichromat einen gelben Niederschlag (S. 19), Salzsäure einen weißen Niederschlag, der im Licht nicht verändert wird und in Ammoniak unlöslich ist (S. 18).

Bor.

Färbt mit Schwefelsäure befeuchtet die Flamme grün. Noch schöner erhält man die grüne Flamme, wenn man das Mineral mit Schwefelsäure kocht, dann mit Alkohol übergießt und diesen anzündet. — Oder man schmelzt Kaliumbisulfat und Flußspat am Platindraht zusammen und bringt die Probe hinein; dann färbt sich gleichfalls die Flamme grün (S. 64).

Chlor.

Gibt mit der Kupferoxydperle eine blaue Flamme (S. 47). — Aus Lösungen wird durch Silbernitrat weißes Chlorsilber ausgefällt; dieses ist in Ammoniak löslich; es wird am Tageslichte schwarz.

Chrom.

Erteilt den Perlen heiß eine gelbe, nach der Abkühlung eine schön smaragdgrüne Farbe. — Mit Salpeter auf Platin-

blech geschmolzen geben Chromverbindungen eine gelbe Schmelze. Löst man diese in Wasser auf, so ruft in der Lösung Bleizuckerlösung einen gelben Niederschlag hervor.

Eisen.

Auf Kohle im Reduktionsfeuer schwarzes, magnetisches Pulver, im Oxydationsfeuer rotes, unmagnetisches Pulver (S. 28). — Perlen im Reduktionsfeuer flaschengrün, im Oxydationsfeuer heiß rot, kalt gelb (S. 31). — Die Oxydverbindungen geben mit Salzsäure eine gelbe Lösung (S. 32), in der Ammoniak einen rotbraunen, flockigen Niederschlag (S. 32), gelbes Blutlaugensalz einen blauen Niederschlag hervorruft (S. 32).

Eisenoxydul kann nur auf nassem Wege erkannt werden. Da seine Salze beim Auflösen in Säuren leicht an der Luft Sauerstoff aufnehmen und sich dadurch in Oxydsalze verwandeln, so muß die Auflösung unter Luftabschluß erfolgen. Diesen bewirkt man einfach dadurch, daß man gleichzeitig mit der Säure etwas Marmor oder Soda in das Probierglas tut. Es entwickelt sich dann Kohlensäure, die wegen ihrer Schwere auf der Flüssigkeit lagert und dadurch die Luft absperrt. — Die Eisenoxydullösungen sehen grünlich aus. Ammoniak ruft darin einen schwarzgrünen Niederschlag hervor. Rotes Blutlaugensalz bringt einen dunkelblauen Niederschlag hervor (Eisenoxydlösungen werden durch dieses Reagens nur dunkler gefärbt). Eine Lösung von übermangansaurem Kali wird durch eine Eisenoxydullösung entfärbt.

Fluor.

Man übergießt die Probe in einem Bleilöffel mit Schwefelsäure, deckt eine Glasplatte darüber und erhitzt. Die aufsteigenden Fluorwasserstoffdämpfe ätzen das Glas. Um die Ätzung nicht mit irgend einem Beschlage zu verwechseln, muß

man die Platte nach dem Versuch abspülen. Die Ätzungserscheinungen müssen auch nach der Spülung deutlich sichtbar bleiben. — Die Glasätzung kann man auch durch zwei andere Proben hervorrufen: a) Man schmelzt auf Kohle oder in der Platinöse Kaliumbisulfat, vermengt es mit dem Mineral und erhitzt das Gemenge in einem geschlossenen Glasrohr. Die Flamme darf nicht gegen das Ende des Glasrohres, sondern muß gegen die obere Hälfte der Pulvermasse gerichtet werden. Nach einiger Zeit läßt man das Rohr abkühlen, reinigt es, indem man mit Hilfe einer Stricknadel ein kleines, feuchtes Fließpapierpfröpfchen durchschiebt, und beobachtet es dann mit der Lupe. Dicht oberhalb der Erwärmungsstelle zeigt sich das Glas geätzt. — b) Man schmelzt Phosphorsalz, mengt es mit dem Mineral und erhitzt das Gemenge im offenen Glasrohr. Dann reinigt man dieses und stellt die Ätzungserscheinungen im Glasrohr mit der Lupe fest. Diese Probe ist die empfindlichste und beste. — Gleichfalls sehr empfindlich ist die Flammenprobe (Grünfärbung) mit Kaliumbisulfat und Borax (S. 64).

Gold.

Die Goldverbindungen werden mit Soda auf Kohle leicht zu Gold reduziert, das meist ohne weitere Untersuchung erkannt werden kann. Ist Silber zugegen, so erscheint das Metallkorn weiß und muß dann weiter untersucht werden. — Gold ist nur in Salpetersalzsäure (Königswasser) löslich und wird von anderen Säuren nicht angegriffen. — In der Lösung ruft Zinnchlorür einen Niederschlag von Goldpurpur hervor; Eisenvitriol fällt metallisches Gold aus.

Kalium.

Violette Flamme; wenn Natrium zugegen ist, muß die Flamme durch Kobaltglas betrachtet werden (S. 60). —

Färbt die Boraxnickelperle blau (S. 60). — In konzentrierten Lösungen ruft Platinchlorid einen gelben Niederschlag hervor.

Kalzium.

Gelblichrote bis ziegelrote Flamme (S. 40). — Aus Lösungen ausgefällt durch Schwefelsäure (S. 46) und oxalsaures Ammoniak (S. 41). — Unterschiede zwischen Kalzium, Strontium und Baryum: Flammenfärbung. — Strontium und Baryum werden aus Lösungen durch Gipslösung ausgefällt, Kalzium nicht (S. 43). — Mit Soda auf Platinblech geschmolzen gibt Kalzium eine trübe Masse, Strontium und Bayrum eine klare.

Kieselsäure.

Gibt in der Phosphorsalzperle das Kieselskelett (S. 53). — In Soda auf Platinblech unter Brausen löslich (S. 62). — Von Kobaltlösung blau gefärbt (S. 63). — Manche Silikate scheiden beim Kochen mit Salzsäure gelatinöse Kieselsäure aus, d. h. Kieselsäure, die vollkommen das Aussehen von Gelatine hat. Will man die Erscheinung recht deutlich haben, so muß man nicht zu wenig Mineralsubstanz und nicht zu viel Salzsäure verwenden. Vor der weiteren Untersuchung muß die gelatinöse Masse völlig trockengedampft werden.

Kobalt.

Färbt die Perlen sowohl im Oxydationsfeuer als auch im Reduktionsfeuer intensiv smalteblau (kobaltblau). Da die meisten andern färbenden Substanzen der Perle im Reduktionsfeuer keine Farbe erteilen, so nehme man die Probe, sobald sich eine Unklarheit in der Färbung zeigt, in der Reduktionsflamme vor und erhitze möglichst lange. Die Färbung tritt dann gut hervor. Im allgemeinen wird die Kobaltfärbung durch andere überhaupt nur wenig irritiert.

Kohle.

Kohlige Substanzen verpuffen, wenn man sie mit Salpeter auf Platinblech erhitzt. — Für sich auf Platinblech geglüht verbrennen sie mit Flamme, oder sie glühen noch nach, wenn die Einwirkung der Flamme aufgehört hat. — Die meisten Kohlen geben im geschlossenen Glasrohr erhitzt Teer, der in Tröpfchen an der Glaswand sitzt.

Anmerkung: Zur Unterscheidung der drei wichtigsten Kohlenarten kocht man sie mit Kalilauge.

Anthrazit färbt die Lauge nicht. A. verbrennt ohne Flamme.

Steinkohle färbt die Lauge nicht oder gelblich. St. verbrennt mit Flamme.

Braunkohle färbt die Lauge braun.

Kohlensäure.

Braust mit verdünnter Salzsäure (S. 45).

Kupfer.

Gibt mit Soda auf Kohle ein Kupferkorn (S. 22). — Färbt die Perlen im Oxydationsfeuer heiß grün, kalt blau, im Reduktionsfeuer rot (undurchsichtig) (S. 34). — Färbt die Flamme grün, in Gegenwart von Chlor blau (S. 46). — In Lösungen ruft Ammoniak eine tief kobaltblaue Färbung hervor (S. 22). — Eingetauchtes blankes Eisen überzieht sich mit Kupfer (S. 23).

Magnesium.

Von Kobaltlösung rot gefärbt (S. 54). — In Lösungen ruft phosphorsaures Natron einen weißen Niederschlag hervor; zuvor muß eine etwa vorhandene Kalziumverbindung mit oxalsaurem Ammoniak ausgefällt werden (S. 57).

Mangan.

Färbt die Boraxperle im Oxydationsfeuer violett (amethystfarbig). In der Phosphorsalzperle erscheint die gleiche Farbe schöner aber flüchtiger. Im Reduktionsfeuer erscheinen die Perlen farblos, besonders nach Zusatz von Zinn (S. 35). Eisen stört die Färbung (S. 36). — Mit Soda auf Platinblech blaugrüne Schmelze; bester Nachweis, sehr empfindlich (S. 36). — Kocht man Manganverbindungen mit Phosphorsäure und dampft die Lösung in einer Porzellanschale bis zur Sirupsdicke ein, so färbt sie sich violett. Man tut gut, auf alle Fälle etwas Salpetersäure zuzusetzen. Diese Reaktion ist für das Mangan sehr charakteristisch. — Aus Lösungen fällt Kalilauge einen weißen Niederschlag; filtriert man die Lösung ab und läßt den Niederschlag auf dem ausgebreiteten Filter an der Luft liegen, so wird er braun.

Natrium.

Gelbe Flamme (S. 48).

Nickel.

Gibt mit Soda auf Kohle geschmolzen ein magnetisches Pulver, dessen Magnetismus aber meist sehr schwach ist. — Erteilt den Perlen im Oxydationsfeuer eine violette bis braune Färbung, die bei der Abkühlung in Rotbraun übergeht. In der Phosphorsalzperle ist die Färbung sehr zart, mehr rötlich und geht bei der Abkühlung in ein helles Gelb über oder verschwindet ganz. Im Reduktionsfeuer wird die Perle zunächst grau und nach längerem Blasen völlig farblos. Zinnzusatz erleichtert die Reduktion. — Die braune Boraxnickelperle wird durch Kalisalpeter blau gefärbt. — Die Lösungen sehen meist apfelgrün aus. Kalilauge fällt daraus einen grünen Niederschlag. Ammoniak im Überschuß färbt die Lösung blau. (Dadurch ist eine Verwechslung mit Kupfer möglich!)

Phosphorsäure.

Gibt mit Schwefelsäure befeuchtet eine eigentümlich gefärbte, blaugrünliche Flamme. Doch muß vorher das Mineral durch sorgfältiges Glühen vom Wasser befreit werden. Die Farbe ist nur im verdunkelten Zimmer deutlich zu sehen. — Am einfachsten wird die Phosphorsäure auf nassem Wege erkannt. Man stellt eine Lösung her, übersättigt diese mit molybdänsaurem Ammoniak und erwärmt. Es entsteht dann ein gelber Niederschlag. — Sehr charakteristisch ist auch folgende Probe: Man schmelzt das Mineral mit der fünffachen Menge eines Gemisches, das aus drei Teilen Soda, einem Teile Salpeter und einem Teile Quarzpulver besteht, auf Platinblech. Dann laugt man die Schmelze mit warmem Wasser aus und setzt so lange Essigsäure hinzu. bis kein Brausen mehr erfolgt. Dann wirft man in das Glas ein Bröckchen Höllenstein. Es bedeckt sich sogleich mit zitrongelbem Silberphosphat.

Quecksilber.

Man erhitzt die Probe mit Soda zusammen in einem geschlossenen Glasrohre. Oberhalb der erhitzten Stelle entsteht im Glasrohre eine metallisch aussehende spiegelnde Stelle, der Quecksilberspiegel. Der Versuch gelingt leichter, wenn man Zinn zusetzt.

Schwefel.

Schwefelgeruch (S. 14). — Heparprobe (S. 14). — Freier Schwefel verbrennt mit blauer Flamme (S. 20).

Schwefelsäure.

Heparprobe (S. 14). — In Lösungen ruft Chlorbaryum einen weißen Niederschlag hervor (S. 40).

Silber.

Mit Soda auf Kohle glänzendes, weißes Silberkorn, zuweilen auch braunen Beschlag. — Löslich in Salpetersäure; gibt mit Salzsäure einen weißen Niederschlag (von Chlorsilber), der in Ammoniak löslich ist, und der sich am Lichte schwärzt (S. 19).

Strontium.

Purpurrote Flamme (S. 42). — Gibt mit Schwefelsäure einen weißen Niederschlag (S. 43); desgl. mit Gipslösung (Unterschied von Kalzium) (S. 43).

Zink.

Mit Soda reduziert gibt es meist eine starke, blaugrüne Flamme. — Beschlag auf Kohle heiß gelb, kalt weiß, nicht vertreibbar, durch Kobaltlösung schön grün gefärbt (S. 58).

Zinn.

Gibt für sich auf Kohle erhitzt einen Beschlag, der heiß hellgelb, kalt weiß aussieht und durch Kobaltlösung bläulichgrün gefärbt wird. — Der Beschlag kann im Reduktionsfeuer zu Metall reduziert werden. Die Reduktion gelingt am besten, wenn man Soda zusetzt.

Verwechslungen von Zink und Zinn können dem Anfänger leicht unterlaufen. Man beachte daher folgendes: Zinn kommt als wesentlicher Bestandteil nur in zwei Mineralen vor: Zinnkies und Zinnerz. Wenn nicht äußere Merkmale auf eines dieser Minerale hindeuten, wird man im Zweifelsfalle Zink annehmen können.

Schmeils Zoologie

Lehrbuch mit 32 Tafeln u. über 500 Abbildungen. 355 S. 22. Aufl. In Originalband . . . . M. 5.—

Leitfaden mit Anhang: Der Mensch, mit 16 Tafeln u. 382 Abbild. 373 S. 22. Aufl. In Origbd. M. 3.40 ohne Anhang, 16 Tafeln u. 328 Abbild. 310 S. 21. Aufl. In Origbd. M. 2.60

Grundriß (Tier- und Menschenkunde) mit 10 Tafeln und 202 Abbildungen. 175 S. 8. Aufl. Kart. M. 1.25

Der Mensch (Menschenkunde u. Gesundheitslehre) mit 54 Abbildungen. 64 S. 9. Aufl. Kartoniert M. 0.80

Tierkunde Nach dem naturwissenschaftlichen Unterrichtswerke von Professor Dr. O. Schmeil auf Grund der neuen preußischen Lehrpläne bearbeitet von Professor Dr. J. Norrenberg, Kgl. Prov.-Schulrat zu Münster i. W. Ausgabe für Realanstalten. I. Teil. Mit 9 mehrfarbigen und 3 einfarbigen Tafeln sowie zahlreichen Textbildern nach Originalzeichnungen. Kartoniert Sexta M. 0.70, Quinta M. 1.—, Quarta M. 1.30. In einen Band gebunden . . . . M. 2.80

II. Teil. Mit 10 mehrfarbigen Tafeln, sowie zahlreichen Textbildern nach Originalzeichnungen. Untertertia M. 1.40, Obertertia M. 1.60, Untersekunda M. 1.—. In einen Band gebunden . . . . M. 3.80

Ausgabe für Gymnasien. Sexta, kart. M. —.70, Quinta, kart. M. 1.—, Quarta, kart. M. 1.—. In einen Band geb. . . . . M. 2.80 Untertertia, kart. ca. M. 1.—, Obertertia, kart. ca. M. 1.20, Untersekunda ca. M. 1.—. In einen Band geb. . . . . ca. M. 3.40.

Wandtafeln Künstlersteinzeichnungen, unter Mitwirkung hervorragend. Künstler herausgegeb., ca. 115×160 cm oder ca. 110×130 cm je M. 4.80, auf Leinwand gezogen M. 6.80, auf Leinwand mit Stäben, Hochformat M. 7.50, Querformat . . . . M. 8.—

Prof. Dr. Heincke schreibt: Ich bin überzeugt, daß wir hier **das beste aller Schullehrbücher der Zoologie** vor uns haben.

Die Schmeilsche Zoologie bedeutet **die erste größere Reformtat auf zoologischem Gebiete** seit Junge. Leipziger Lehrerzeitung.

Rude bezeichnet die Werke in seiner Methodik **als die besten Werke der Gegenwart.**

Das Buch ist eine wirkliche Musterleistung. Pädagogische Monatshefte.

Die **gediegenste methodische Arbeit**, die uns der Büchermarkt in den **letzten Jahrzehnten** auf wissenschaftlichem Gebiete beschert hat. Natur.

Reich illustrierter Katalog unberechnet und postfrei